



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL
PERÍODO 2020-2021”**

**Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros en
Medio Ambiente**

Autores:

Anatoa Espín Diego Andrés

Soria Chango Edwin David

Tutora:

Ilbay Yupa Mercy Lucila Ph.D.

LATACUNGA – ECUADOR

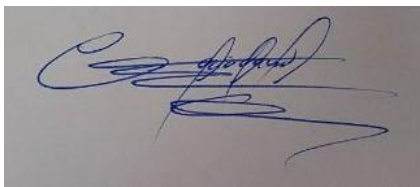
Marzo – 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Anatoa Espín Diego Andrés, con cédula de ciudadanía N°1724180086; y, Soria Chango Edwin David con cédula de ciudadanía N°0550376842, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERIODO 2020-2021**”, siendo la Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

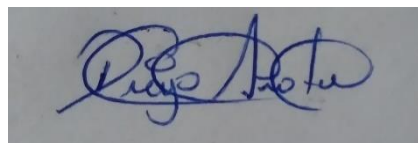
Latacunga, 08 de marzo del 2021



Edwin David Soria Chango

Estudiante

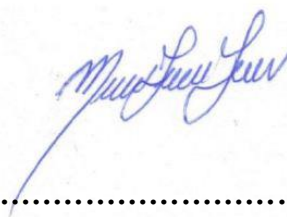
C.C. 0550376842



Diego Andrés Anatoa Espín

Estudiante

C.C. 1724180086



Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila

Docente Tutora

C.C. 0604147900

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ANATOA ESPÍN DIEGO ANDRÉS**, identificado con cédula de ciudadanía **1724180086** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. – (Fecha de Inicio: Abril- Agosto 2016 – finalización de finalización: 12 de Marzo 2021).

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de enero del 2021

Tutora. – **Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila**

Tema: “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

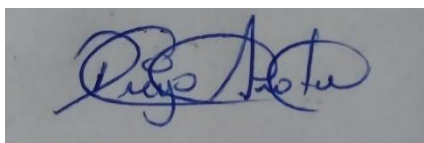
CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de marzo del 2021.



Diego Andrés Anatoa Espín

EL CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SORIA CHANGO EDWIN DAVID**, identificado con cédula de ciudadanía **0550376842** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. – (Fecha de Inicio: Abril - Agosto 2016 – finalización de finalización: 12 de Marzo 2021).

Aprobación en Consejo Directivo: 26 de enero del 2021

Tutora. – **Ph.D. Ilbay Yupa Mercy Lucila**

Tema: “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

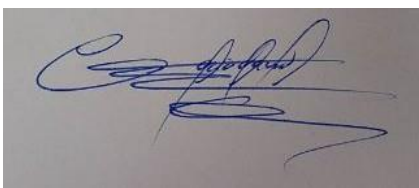
CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de marzo del 2021.



Edwin David Soria Chango

EL CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021” de Anatoa Espín Diego Andrés y Soria Chango Edwin David, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo son merecedores del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 08 de marzo del 2021



.....
Ing. PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa

DOCENTE TUTOR

C.C. 0604147900

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y , por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes; Anatoa Espín Diego Andrés Y Soria Chango Edwin David, con el título del Proyecto de Investigación “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Lector 1 (Presidente/a)



.....
Ing. Mg. José Agreda Oña
CC: 04013322101

Lector 2



.....
Ing. Mg. Vinicio Mogro Cepeda
CC: 0501657514

Lector 3



.....
Ing. Mg. Vladimir Ortiz Bustamante
CC: 050218851

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud primero a Dios por darnos la vida y colmarnos cada día con bendiciones. A nuestros padres y hermanos por su ayuda brindada y a la formación que nos han inculcado, por ser nuestro soporte y nuestro mayor motivo de superación, por ser los promotores de nuestros sueños y las principales razones por la que luchamos y seguiremos luchando día a día para ser unas personas mejores, de igual manera reconocemos a nuestros amigos y familiares por el apoyo que nos brindaron y a quienes creyeron en nosotros.

Y a nuestra, tutora de tesis, **a la Ph.D. Mercy Ilbay** por ser un gran apoyo durante nuestra instancia en la carrera y así como también por la ayuda brindada durante todo el proceso de investigación.

Anatoa Espín Diego Andrés

Soria Chango Edwin David

DEDICATORIA

Es nuestro anhelo asignarles los créditos a nuestros padres por el apoyo incondicional, quienes, con sus enseñanzas y sus buenos valores éticos nos han permitido llegar a cumplir hoy con nuestro objetivo profesional, al reconocimiento de su perseverancia, motivación de superación y confianza que se ve reflejado en nosotros producto de su esfuerzo.

Posteriormente dedicarles a Dios y nuestros familiares por la confianza que han depositado en nosotros, por el apoyo mutuo, solidaridad, bondad y amor en los momentos más difíciles.

Anatoa Espín Diego Andrés

Soria Chango Edwin David

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021”

Autores:

Anatoa Espín Diego Andrés

Soria Chango Edwin David

RESUMEN

Uno de los más grandes desafíos que se enfrenta la humanidad es el cambio climático asociado al incremento de la temperatura y diferentes regímenes de precipitación. Esto se verá reflejado con mayor intensidad en los ecosistemas de alta montaña la cual forma la primera fuente de agua dulce, por ende, su alteración conlleva a un desequilibrio. El objetivo de esta investigación fue conocer el clima actual fundamentado en un análisis de 73 estaciones meteorológicas de las variables de temperatura y precipitación de 47 años observados (1968-2014). Lo cual permitirá entender la dinámica hidrológica de la región Andina centro y norte y comparar los impactos futuros del cambio climático para el periodo (2050-2090) mediante la evaluación de 39 MCG bajo el escenario extremo CMIP5 rcp85. En este estudio utilizamos el índice de precipitación normalizada mensual (SPI), para conocer escenarios de sequía. El área de estudio es analizada de manera general, donde las proyecciones climáticas para el 2050-2090 muestran variabilidad en la precipitación con un aumento del 7.97% (1079.13 mm/año). Se determina un incremento de 2.8°C en promedio de la temperatura es decir que de 13.35°C (observado) aumentara a 16.15°C (proyectado). Los cambios en la intensidad, duración de las sequías serán más severas, prolongadas, pero menos frecuentes para el periodo futuro en relación a 1968-2014. La frecuencia de sequías meteorológicas disminuirá de 17.9% a 15.74% (101 meses secos a 89 meses secos). Sin embargo, la duración será más prolongada de 3 a 4 meses y más intensas. Esto evidencia que a futuro las sequías se presentarán en menor número, pero más intensas y prolongadas, siendo la provincia de Pichincha la más afectada. Las estaciones que verán mayor afectadas considerando las variables frecuencias duración, intensidad temperatura y precipitación para el período proyectado 2050-2090 será las estaciones: M0350-HDA. LA GRANJA DE ALOAG, M0334-CANGAHUA M0337-SAN JOSE

DE MINAS M0354-RUMIPAMBA-PICHINCHA donde las zonas que se generarán mayor impacto serán en la reservas ecológicas Ilinizas y Cayambe Coca, con una área de 8.059 km² y el 6.87 % de la población de Chimborazo considerando la estación de mayor influencia la M0393-SAN JUAN CHIMBORAZO, sufrirán un aumento de la temperatura afectando a una área de paramo de 97.476 km² y a las zonas de vida: bosque seco de 316.13 Km² y Bosque muy seco 287.85 Km².

Palabras claves: Cambio climático, duración, intensidad, modelos climáticos y sequías.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “CLIMATE IMPACT OF THE MOORLANDS OF ECUADOR IN THE
PERIOD 2020-2021”**

Authors:

Anatoa Espín Diego Andrés

Soria Chango Edwin David

ABSTRACT

One of the greatest challenges facing humanity is climate change associated with increased temperature and different precipitation regimes. This will be reflected with greater intensity in high mountain ecosystems, which are the first source of fresh water, and therefore, its alteration leads to an imbalance. The objective of this research was to know the current climate based on an analysis of 73 meteorological stations of temperature and precipitation variables for 47 observed years (1968-2014). This will allow us to understand the hydrological dynamics of the central and northern Andean region and compare the future impacts of climate change for the period (2050-2090) by evaluating 39 GCMs under the extreme scenario CMIP5 rcp85. In this study, we use the monthly normalized precipitation index (SPI) to understand drought scenarios. The study area is analyzed in general, where climate projections for 2050-2090 show variability in precipitation with an increase of 7.97% (1079.13 mm/year). An average temperature increase of 2.8°C is determined, i.e., from 13.35°C (observed) to 16.15°C (projected). Changes in the intensity and duration of droughts will be more severe, prolonged, but less frequent for the future period in relation to 1968-2014. The frequency of meteorological droughts will decrease from 17.9% to 15.74% (101 dry months to 89 dry months). However, the duration will be longer (3 to 4 months) and more intense. The stations that will be most affected considering the variables frequency, duration, intensity, temperature and precipitation for the projected period 2050-2090 will be the following stations: M0350-HDA. LA GRANJA DE ALOAG, M0334-CANGAHUA M0337-SAN JOSE DE MINAS M0354-RUMIPAMBA-PICHINCHA where the areas that will have the greatest impact will be in the ecological reserves Ilinizas and Cayambe Coca, with an area of 8,059 km² and 6. 87% of the

population of Chimborazo considering the most influential station M0393-SAN JUAN CHIMBORAZO, will suffer an increase in temperature affecting a paramo area of 97.476 km² and the life zones: dry forest 316.13 km² and very dry forest 287.85 km².

Key words: Climate change, duration, intensity, climate models, and droughts.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO INDIRECTOS.....	4
3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
4. OBJETIVOS:.....	8
4.1. Objetivo General.....	8
4.2. Objetivos Específicos.....	8
5.1. LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR.....	11
5.2. LA BIODIVERSIDAD DE LOS PÁRAMOS.....	11
5.2.1. Flora.....	12
5.2.2. Fauna.....	12
5.3. CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS VARIACIONES.....	13
5.3.1. Efecto invernadero.....	13
5.3.2. Fenómenos y consecuencias.....	13
5.4. PROPIEDADES DEL SUELO.....	14
5.4.1. Génesis y clasificación del suelo.....	14
5.5. LA IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA HIDROLOGÍA DEL PÁRAMO.....	15
5.5.1. Riego.....	15
5.5.2. Agua de uso doméstico.....	15
5.5.3. Energía hidroeléctrica.....	16
5.6. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR.....	16
5.6.1. Impacto sobre la biodiversidad y zonas de vida.....	17
5.6.2. Impacto en el límite superior del bosque.....	17

5.6.3.	Impacto sobre suelos e hidrología	17
5.6.4.	Impacto sobre actividades productivas.....	18
5.6.5.	Aspectos sociales, culturales y económicos.....	18
5.7.	ESCENARIOS CLIMÁTICOS	18
5.8.	MODELOS CLIMÁTICOS GLOBAL BAJO EL ESCENARIO RCP 8.5.....	18
6.	HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS:	20
8.	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)	20
8.1.	Ubicación del Área de Estudio.	20
8.2.	Datos meteorológicos.....	22
8.3.	Datos de los MCG	25
8.4.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
8.4.1.	Investigación Exploratoria.	27
8.4.2.	Investigación Bibliográfica	27
8.5.	TÉCNICAS	28
8.5.1.	Análisis Observacional	28
8.6.	MÉTODOS	28
8.6.1.	Método Cuantitativo	28
8.6.2.	Método de Cualitativo	28
8.7.	ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES	28
8.8.	ANÁLISIS DE SEQUÍAS	28
8.9.	IMPACTOS SOBRE LOS PÁRAMOS (CENTRO Y NORTE) PARA EL PERÍODO 2050-2090	30
8.10.	HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS.	30
8.10.1.	Programa de Excel	30
8.10.2.	Programa de Arcgis.	30
8.10.3.	Programa SPI.....	30
8.10.4.	Programa Hydraccess	30
8.11.	IDW (INVERSE DISTANCE WEIGHTED)	30
8.12.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS VARIABLES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN LA ZONAS DE ESTUDIO (SUPERPOSICIÓN CARTOGRÁFICA).....	31
8.12.1.	Método de superposición cartográfica.....	31
9.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	35

9.1.	Variación temporal de la temperatura y precipitación	36
9.1.1.	Variación de la precipitación	36
9.1.2.	Variación de la temperatura	37
9.2.	Impacto de las sequías en la región Andina del Ecuador (SPI).....	38
9.3.	Evaluación del impacto ambiental de la variable frecuencia.....	44
9.4.	Evaluación del impacto ambiental de la variable duración de sequías.	46
9.5.	Evaluación del impacto ambiental de la variable intensidad.....	48
9.6.	Evaluación del impacto ambiental de la temperatura.....	50
9.7.	Evaluación del impacto ambiental de la precipitación.....	52
10.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:	54
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
11.1.	CONCLUSIONES.....	55
11.2.	RECOMENDACIONES	57
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	58
13.	ANEXOS.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Beneficiarios Del Proyecto indirectos	4
Tabla 2	Beneficiarios Del Proyecto directos, Estudiantes	5
Tabla 3	Beneficiarios Del Proyecto directos, docentes y empleados	5
Tabla 4	Beneficiarios del Proyecto.....	6
Tabla 5	Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.	9
Tabla 6	.39 Modelos Climáticos Globales del experimento del experimento RCP8.5	19
Tabla 7	Información de las estaciones meteorológicas de la zona centro y norte de los Andes Ecuatorianos.....	23
Tabla 8	Modelos Climáticos de la fase 5, bajo el escenario de concentración de emisiones Altas RCP8.5	26

Tabla 9 Clasificación de las sequías por el valor SPI y probabilidad de ocurrencia.	29
Tabla 10 Descripción de los archivos.....	32
Tabla 11 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Frecuencia proyectada).....	44
Tabla 12 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Duración proyectada).....	47
Tabla 13 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Intensidad proyectada).....	49
Tabla 14 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Temperatura proyectada).....	51
Tabla 15 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (precipitación proyectada).....	53
Tabla 16 Presupuesto para la elaboración Del proyecto	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ubicación de la Región Andina, altitud, distribución de las estaciones meteorológicas. ...	22
Fig. 2 Metodología de la evaluación del impacto ambiental mediante Superposición cartográfica.	34
Fig. 3 Estacionalidad del ciclo anual de la precipitación para la zona de estudio.	35
Fig. 4 Distribución mensual de las precipitaciones previstas para la región Andina bajo 39 modelos climáticos globales RCP8.5 para el 2050-2090.....	37
Fig. 5 Distribución mensual de temperaturas previstas para la región andina bajo 39, modelos de los escenarios climáticos RCP8.5 para el 2050-2090.....	38
Fig. 6 Gráfica de frecuencia de sequías SPI-1 mes para los 39 modelos climáticos globales. Los círculos negros se representan la frecuencia de sequías de los MCG para el escenario proyectado (2050-2090) y en línea discontinua rojas la frecuencia de sequía	39
Fig. 7 Duración de sequías (SPI-1 mes) para los MCG para escenario proyectado (2050-2090) comparados con resultados de SPI-1 mes a partir de información observada (1968-2014).....	39

Fig. 8 Intensidad máxima de sequías (SPI-1 mes) para los 39 MCG para el escenario proyectado (2050-2090) comparados con resultados de SPI-1 mes a partir de información observada (1968-2014).....	40
Fig. 9 Cambios de la frecuencia de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).....	41
Fig. 10 Cambios de la duración de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).....	42
Fig. 11 Cambios de la intensidad de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).....	43
Fig. 12 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Frecuencia proyectada)	46
Fig. 13 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Duración proyectada)	48
Fig. 14 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Intensidad proyectada)	50
Fig. 15 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (temperatura proyectada)	52
Fig. 16 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Precipitación proyectada)	54
Fig. 17 Modelo_CG_ACCESS1-0_	67
Fig. 18 Programa SPI	68
Fig. 19 Provincias centro-norte de zona Andina del Ecuador	69
Fig. 20 Textura del suelo centro-norte de zona Andina del Ecuador	70
Fig. 21 Aptitud Agrícola	71
Fig. 22 Taxonomía del suelo del centro-norte de zona Andina del Ecuador	72
Fig. 23 Distribución climática del centro-norte de zona Andina del Ecuador	73
Fig. 24 Aval del Centro de Idiomas.....	74

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-
2021**

Fecha de inicio: 25 de mayo del 2020

Fecha de finalización: 15 de enero del 2021

Lugar de ejecución:

Región Andina del Ecuador, provincias de los andes del Ecuador

Facultad que auspicia

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente.

Proyecto de investigación vinculado:

Manejo y Conservación de Recursos Hídricos

Equipo de Trabajo:

Coordinadores del proyecto de investigación:

Nombres completos: Edwin David Soria Chango

Cédula de identidad: 0550376842

Cantón Pujilí, Barrio Patoa de Quevedos San Isidro

Celular: 0979389722

Correo electrónico: edwin.soria6842@utc.edu.ec

Fecha de nacimiento: 25/10/1995

Nombres completos: Diego Andrés Anatoa Espín

Cédula de identidad: 1724180086

Quito, Av. Maldonado pasaje la Balbina

Celular: 0998886903

Correo electrónico: diego.anatoa0086@utc.edu.ec

Fecha de nacimiento: 20/07/1995

Tutora de Tesis.

Nombres completos: Ph.D. Mercy Lucila Ilbay Yupa

Dirección: Latacunga

Teléfono: 0987533861

Correo: mercy.ilbay@utc.edu.ec

Fecha de nacimiento: 30/10/1983

Cédula de identidad: 0604147900

Lector 1. Ing. José Luis Ágreda

Teléfono: 0988004114

Correo electrónico: jose.agreda2101@utc.edu.ec

Lector 2. Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante

Dirección: Cotopaxi – Latacunga – Lasso

Teléfono: 032719291

Celular: 0995272510

Correo electrónico: vladimirortizbustamante@gmail.com

Fecha de nacimiento: 11/05/1975

Cédula de identidad: 0502188451

Lector 3: Ing. Vinicio Mogro Cepeda

Celular: 097061018

Cédula: 0501657514

Correo electrónico: Vinicio.mogro@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Recursos Naturales y Ciencias de la Tierra

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Manejo y conservación del recurso hídrico.

Línea de Vinculación:

Gestión de Recursos Naturales, Biodiversidad, Biotecnología y Genética, para el Desarrollo.

Proyecto de Carrera

"Estrategias de sensibilización y conservación ambiental en sectores priorizados de la provincia de Cotopaxi"

Regionalización, su agresividad y concentración de las precipitaciones en Ecuador.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Muchos de los procesos meteorológicos e hidrológicos en los ecosistemas del páramo se caracterizan por fuertes gradientes espaciales que pueden perturbarse fácilmente con el aumento de la temperatura y evapotranspiración. Así, como con la disminución de las precipitaciones. Conocer el clima actual de los páramos fundamentados en un análisis de 47 años permitirá entender la dinámica hidrológica de estas zonas y comparar los impactos futuros del cambio climático para el periodo 2050-2090 mediante la evaluación de 39 modelos climáticos globales. El conocimiento de los procesos que se desarrollan dentro del páramo se convierte, por tanto, en un elemento fundamental para comprender, prever y minimizar los efectos negativos del cambio climático, tanto a nivel ecológico como a nivel social. En este sentido, se necesita evaluar de forma sistemáticamente la vulnerabilidad de los ecosistemas y el balance hidrológico en conjunto con análisis de las tendencias climáticas observadas y el impacto del cambio climático proyectado con el fin de realizar evaluaciones de riesgo para tomar medidas adecuadas para la reducción de los impactos que propicien la adaptación de las poblaciones a los cambios sin generar situaciones traumáticas, conservando las sus funciones eco sistémicas en los páramos andinos del Ecuador.

El análisis del impacto climático de los páramos centro y norte del Ecuador se considera las variables de temperatura, precipitación los cuales se medirá sus incrementos y decrementos, los efectos directos en la precipitación serán evaluados mediante secos (sequías), estas serán evaluadas mediante sus características de duración, intensidad y frecuencia de sequías.

2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO INDIRECTOS

Los beneficiarios del proyecto constituyen las 10 provincias de la región Andina del Ecuador, como se detalla a continuación

Tabla 1 *Beneficiarios Del Proyecto indirectos*

N°	Provincias región sierra	Hombres	Mujeres	Total
1	Azuay	350,085	389,435	739,520
2	Bolívar	93,867	97,764	191,631

3	Cañar	110,211	125,603	235,814
4	Carchi	84,860	86,886	171,746
5	Cotopaxi	206,274	218,389	424,663
6	Chimborazo	227,759	248,496	476,255
7	Pichincha	1.301,235	1.366,718	2.667,953
8	Tungurahua	254,361	269,687	524,048
9	Loja	230,035	237,636	467,671
10	Imbabura	201,386	212,271	413,657
	Total	3.060,073	3.252,885	6.312,958

Nota: en la tabla muestra los beneficiarios del proyecto, (INEC, 2010)

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Tabla 2 *Beneficiarios Del Proyecto directos, Estudiantes*

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Estudiantes de la carrera	5,000	5,500	10,500
Estudiantes de nivelación	500	580	1,080
TOTAL	5,500	6,080	11,580

Nota: En la tabla 2 se consideró a los beneficiarios directos, (utc.edu.ec, s.f.)

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Tabla 3 *Beneficiarios Del Proyecto directos, docentes y empleados*

	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Docentes	250	100	350
Empleados	97	85	182
Total	347	185	532

Nota: En la tabla 3 se consideró a los beneficiarios directos de la UTC, (utc.edu.ec, s.f.)

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Tabla 4 *Beneficiarios del Proyecto*

DIRECTOS		INDIRECTOS	
Estudiantes y Docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, SENAGUA y MAG		PROVINCIAS DE LA REGIÓN INTERANDINA	
HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
5.847	6.265	3,060.073 Habitantes	3,252.885 Habitantes
TOTAL: 12.112		TOTAL: 6,312,958 Habitantes	

Nota: En la tabla 4 se consideró a los beneficiarios totales de la UTC, (**utc.edu.ec, s.f.**)

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

3. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los principales problemas globales que la humanidad se enfrenta en la actualidad constituye el calentamiento global, causado principalmente por el aumento de los gases de efecto invernadero. Debido a la alta vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas, en el Ecuador se prevé algunas transformaciones como resultado de este fenómeno; bajo este contexto todos los ecosistemas se verán afectados, siendo los de alta montaña particularmente sensibles a dicho calentamiento, puesto que están condicionados por factores climáticos. En los últimos 100 años, las sociedades andinas han generado una gran transformación en el paisaje destinando muchas áreas a producción agrícola, asentamientos humanos y obras de infraestructura. Estos cambios han

incrementado el grado de fragmentación y aislamiento de los parches remanentes de páramos, confiriéndoles un mayor grado de vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático.

Los ecosistemas del páramo son categorizados como uno de los sitios con mayor biodiversidad. La franja altitudinal comprendida entre los 3000 hasta los 4500 m.s.n.m del Ecuador alberga casi el 30% de las especies de plantas vasculares. Los páramos dependen de la humedad ambiental (lluvia horizontal) y eventos frecuentes de lluvia como fuente principal de ingreso de agua al sistema. Los caudales producidos por el derretimiento de los glaciares regulan el balance hídrico de ciertos humedales alto-andinos. Estas particularidades hacen que los ecosistemas andinos sean frágiles y susceptibles a procesos de alteración por los efectos de los cambios climáticos. Además, de su gran diversidad los ecosistemas andinos generan bienes ambientales que benefician de manera directa e indirecta a millones de personas. En particular los Páramos proveen de agua potable y riego a un importante porcentaje de la población. Esto demuestra la gran representatividad que tiene este ecosistema y la importancia de conocer cuál serían los impactos del cambio climático.

4. OBJETIVOS:

4.1.Objetivo General

- Determinar el impacto del cambio climático en los páramos Centro y Norte de la región Andina del Ecuador.

4.2. Objetivos Específicos

- Análisis de la distribución mensual de la precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas proporcionadas por el INAMHI.
- Determinar incrementos o decrementos de temperatura, precipitación para el periodo 2050-2090 en la región Andina del Ecuador
- Analizar las sequías meteorológicas actuales y para el período proyectado en los páramos Andinos del Ecuador y determinar su impacto según su rango de alteración.

Tabla 5 *Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.*

ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS CON RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS				
Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividad	Resultados De Las Actividades	Medio de Verificación
Determinar el impacto del cambio climático en los páramos Centro y Norte de la región Andina del Ecuador.	Análisis de la distribución mensual de la precipitación y temperatura de las estaciones meteorológicas proporcionadas por el INAMHI.	Determinar el área de estudio ubicada en parte centro- norte Andina del Ecuador mediante el programa Arcgis. Para el análisis exploratorio de datos: precipitación, temperatura, se tomó información de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología, (INAMHI).	Se obtuvo información de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología de estaciones seleccionadas contienen información de 46 años durante el período (1968-2014)	Tablas, gráficas, figuras Hojas de Excel. Anexos, figuras, Base de datos, página de climáticos
	Determinar incrementos o decrementos de temperatura, precipitación para el periodo 2050-2090 en la región Andina del Ecuador	o Descargar los 39 modelos bajo un escenario extremo CMIP5 RCP85.para período proyectado (2050-2090) Determinar valores promedios y valores futuros considerando la	Se recopiló, analizó y determinó la información de los 39 Modelos Climáticos de la fase 5, bajo el escenario de concentración de emisiones Altas RCP8.5 para período proyectado (2050-2090)	https://climexp.knmi.nl/ Tablas, gráficas, figuras Hojas de Excel. Anexos, figuras, Base de datos

	<p>media de los 39 MCG de entre el período observado (1968 – 2014) y para los escenarios futuros (2050-2090) de los 39 modelos MCG.</p>	<p>Para las variables climáticas de temperatura y precipitación, en un periodo de tiempo de 43 años entre (1968-2014).El área de estudio la temperatura promedio es de 13,35 °C es decir para el período proyectado aumentará un (2.80°C) 16.15°C. Dentro del estudio la precipitación promedio es de 999,47 mm/año es decir para el período proyectado aumentará 7.97% (1079.13mm/año).</p>	
<p>Analizar las sequías meteorológicas actuales y para el período proyectado en los páramos Andinos del Ecuador y determinar su impacto según su rango de afectación</p>	<p>Analizar las sequías, intensidad y frecuencia (%) de sequías de los 39 modelos climáticos globales para el escenario extremo (RCP8.5) y para los datos observados de todas las estaciones que se encuentren dentro del área. meteorológicas mediante el índice estandarizado de precipitación (SPI) Determinación de áreas IA por el cambio climático</p>	<p>Se ha determinado que las sequías decaen en un valor 17.9 % a 15.74% disminuyendo en el futuro a de 101 meses secos a 89 meses secos. Sin embargo, su duración va a ser más prolongada de 3 a 4 meses y más intensos. Mostrando un mayor impacto en la provincia de Pichincha, con mayor duración e intensidad de sequías.</p>	<p>Tablas, gráficas, figuras Hojas de Excel. Anexos, figuras (Corrido SPI) Superposición de capas</p>

Nota: En la tabla 5 se muestra las actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

5. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

5.1.LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR

La biodiversidad del Ecuador es variada, no está limitada por su número de especies por unidad de área. La biodiversidad del Ecuador se determina por sus diferentes tipos especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado. Incluye además la variabilidad genética que podemos encontrar en una población de la misma especie y los distintos ecosistemas y los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan en cuanto a genes, especies, ecosistemas y paisajes, (Patricio, 1998).

5.2.LA BIODIVERSIDAD DE LOS PÁRAMOS

Los páramos neo-tropicales de alta montaña son ecosistemas frágiles, mantienen una altura promedio de 3300 msnm., y cubre el 7 % de su territorio, y proveen servicios ecosistémicos como: recursos hídricos de calidad y sumideros de carbono principalmente. Se forma de norte a sur de 3000 msnm a 2900 msnm fomentados como de alta montaña, la caracterización de las plantas de los páramos son las hierbas de hojas alargadas, llenas de vello para mantener el frío, o almohadillas que están pegadas al suelo en forma de alfombra con flores de muchos colores y la típica paja de páramos o pajonal.

Su funcionalidad se determina para la construcción de una vivienda. Desarrolla una capacidad fuerza contra los vientos. Los páramos andinos mantienen diferentes especies de plantas endémicas, adaptadas a diferentes condiciones físico-químicas y climáticas, ya sea la baja presión atmosférica, radiación ultravioleta y los efectos de secado por el viento. Sus densidades en los suelos son aparente baja, su estructura abierta y porosa posibilitan retención de agua y conductividad hidráulica altas, donde proyectan plantas endémicas y diversidad faunística. Son de importancia social y cultural sus habitantes son personas marginadas establecen diferentes tipos de producción y alavés recursos económicos, son diversos en alimentos agrícolas en gestión turística y de recreación cuales se ven afectados por el cambio de uso del suelo, la introducción de plantas exóticas, incendios, cambio climático y en algunos sectores por la actividad minera,

5.2.1. Flora

Para los páramos del Ecuador se han reportado un total de 1.524 especies de flora. Se establece que dentro de un páramo habría unas 3.400 especies de plantas vasculares y 1.300 especies de plantas no-vasculares. Determinando 3.595 especies de plantas vasculares en el páramo, distribuidas en 127 familias y 540 géneros, por ende 14 son endémicas de los Andes del norte. Dentro de los páramos andinos se encuentran 118 familias, 567 géneros y 3.380 especies y subespecies de Espermatofitas, aunque el número de géneros que son endémicos para el ecosistema páramo es bajo, el de especies endémicas resulta alto, hecho que está relacionado con la relativa juventud geológica del páramo. El endemismo específico para toda el área es alto, pero también para muchas de las zonas geográficamente aisladas, la geomorfología glaciaria, está vinculada con la biodiversidad de los páramos proyectando un resultado en un gran número de diferentes asociaciones vegetales (diversidad beta), cada una con sus especies típicas, **(Sataloff et al., 2012)**.

5.2.2. Fauna

Se plantea que la flora es uno de los factores para la determinación de la fauna del páramo cuál por su singularidad y alto grado de endemismo tomando en cuenta la relaciones prescrita tenemos que la fauna, existentes variedades de mamíferos que pertenecen a los bosques circundantes y a la vez variedades de aves en la Provincia Altoandina, **(Monasterio, M., Molinillo, 2003)**.

A pesar de la presencia de cuatro de las especies más emblemáticas de todo el continente: el cóndor (*Vultur gryphus*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) y el puma (*Puma concolor*). Con respecto de la fauna asociada a los páramos ecuatorianos, se han registrado 70 especies de mamíferos, 11 de lagartos, 4 de serpientes, 87 de anfibios; las aves cuentan con 154 especies, y las mariposas con 130 especies, estas Especies de fauna encontradas, incluyen la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*), **(OROZCO, 2019)**.

5.3.CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS VARIACIONES

Dentro de la variación de temperaturas medias anuales producto elevación del límite bioclimático bosque páramo y de los límites páramo propiamente dicho, súper páramos zonales de nivel. Se determina el retiro y desaparición gradual de los glaciares durante las últimas decenas de años. Ya que la vegetación y especies que pueden existir también en áreas de destrucción del bosque Alto-andino y Andino (el fenómeno de la paralización), su efecto a corto plazo quizás no será tan notorio si el fenómeno se agrava y continúa, podría llevar a la introducción de elementos de bosque del páramo, su proceso se detendrá debido a la manipulación del hombre. Es muy importante que se mantenga el libre “movimiento” de las especies, de una zona a otra. La determinación de los diferentes fenómenos meteorológicos y climáticos que se plantea dependen de diferentes tipos de factores tales como lluvias, sequías, ondas de calor, su determinación está altamente influenciados y controlados, su irregularidad se produce por diferentes eventos como fenómeno tropical de El Niño/La Niña **(Patricio, 1998)**.

5.3.1. Efecto invernadero

Se determina como cambio al valor medio de una variable meteorológica que ocurre en todo el planeta. Habitualmente se refiere al incremento de la temperatura superficial del globo terrestre ocasionado por el aumento de los gases efecto invernadero residentes en la estratósfera, **(Patricio, 1998)**.

5.3.2. Fenómenos y consecuencias

Cambios en la precipitación, temperatura varían dependiendo a múltiples factores que existen debido al cambio en los patrones de precipitación, pero estos cambios varían entre las diferentes partes de los Andes y no hay una tendencia clara, Estudios regionales con base en análisis de series largas de registro de precipitaciones, no han encontrado tendencias marcadas sobre cambios de precipitación. Los Cambios en la temperatura hay un incremento comprobado en el aumento de la temperatura media anual en todo el mundo. Las estaciones climáticas en los Andes tropicales confirman esta tendencia: los datos generales muestran un aumento de 0.1 a 0.2°C por década en el último siglo, pero un aumento mayor (hasta 0.5 °C por década) en los últimos 25 años, **(Patricio, 1998)**.

5.4. PROPIEDADES DEL SUELO

5.4.1. Génesis y clasificación del suelo

Se origina 10.000 años atrás, con la meteorización de roca descubierta al cabo de las últimas glaciaciones (Pleistoceno), cuando la cubierta de hielo estuvo en su máxima extensión. En zonas donde hay vulcanismo activo, el suelo tiene que formarse con cenizas volcánicas de edad todavía más reciente. Además, gracias a las bajas temperaturas, el proceso de formación de suelo es lento. Por esto, los suelos del páramo son, sin excepción, jóvenes. La formación del suelo depende del clima, la roca madre, la edad de los suelos y la vegetación. Su relación con el clima depende de las relaciones entre precipitación y evapotranspiración. Su generación da con producto un volumen alto de agua efectiva y, a su vez, produce una alteración química de los minerales, aunque en zonas que presentan bajas temperaturas las reacciones químicas son lentas, lo que explica la formación lenta de suelos de páramo, (**Crespo et al., 2014**), la formación y evolución de los suelos de páramo, a pesar de ser considerado un factor pasivo en el proceso edafogenético. En las cordilleras volcánicas (Cordillera Central colombiana y todo el centro y norte del Ecuador) existen afloramientos de rocas ígneas, mientras que en otras partes afloran materiales geológicos de edades desde cretácica hasta paleozoica (shale negro, arenisca, caliza, limolitas, lilitas; como en la Cordillera Oriental colombiana) o metamórficas (como en la Cordillera Occidental colombiana, en la Cordillera de Mérida, al sur de Ecuador y al norte de Perú), (**OROZCO, 2019**). Gran parte de los páramos -todo el centro y norte del Ecuador, se encuentran sobre volcanes activos, por tanto, los suelos se desarrollaron a partir de la intemperización de cenizas volcánicas. Las cenizas de las cordilleras centro-sur de Ecuador que, en sí, no son volcánicas en la cual sus características juegan un papel importante con la relación de las bajas temperaturas y los suelos relativamente jóvenes. Los suelos se formaron sobre rocas sedimentarias y metamórficas y sin cenizas. Aquí hay suelos de los órdenes Entisoles e Inceptisoles por encima de los 3.800 msnm, donde las bajas temperaturas son un factor dominante, (**Geopedolog, 2013**).

5.5.LA IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA DE LA HIDROLOGÍA DEL PÁRAMO

Los páramos son considerados como un edén de la biodiversidad tanto para la flora y fauna y a su vez aporta un sin número de servicios ecosistémicos para la población en general, uno de ellos es el abastecimiento de agua dulce el cual forma el motor de la producción tanto agraria, en la industria y la generación de energías limpias, en los valles interandinos llamados comúnmente la Sierra y algunas partes de las planicies de la costa, (Céleri & Cisneros, 2000), en la cual unos tres millones de personas se benefician de este recurso, (Crespo et al., 2014).

A continuación, se detalla los servicios más importantes de los páramos con respecto a la hidrología.

5.5.1. Riego

El uso del agua en las zonas altas de los páramos es algo muy común, ya que nuestros antepasados fueron muy activos en la construcción de grandes esquemas de riego, otras de las culturas que más énfasis se enfocaron en estos tipos de infraestructuras son los Incas.

Estas prácticas se deben principalmente a la variabilidad del clima de la sierra, ya que construye una limitante para los cultivos por la escasez de lluvias y su alta temperatura en todo el año. Cerca de 50000 ha de tierra son regadas, el cual representa el 30% del total del área agrícola, (Del et al., 2014). De las cuales una gran parte son regadas con aguas que nacen o provienen de los páramos húmedos. Esto, conjuntamente con la baja tasa de eficiencia de riego, viene poniendo fuerte presión sobre el recurso agua

5.5.2. Agua de uso doméstico

Muchas comunidades poseen sus propios sistemas de aprovechamiento de agua provenientes del páramo, otras ciudades que se encuentran aledañas presentan una dependencia a este recurso un claro ejemplo es la ciudad de Quito para cubrir sus requerimientos, el 85 % son superficiales y provienen del páramo. Las mayores fuentes de agua son las captaciones de Papallacta a 3900 m en el río Cunuyacta en la reserva Coca-

Cayambe y la captación de Micacocha a 3900 m en las estribaciones del Volcán Antisana, (Céleri & Cisneros, 2000).

5.5.3. Energía hidroeléctrica

Los páramos tienen una muy buena actitud para generar energía hidroeléctrica, esto se debe a la topografía del terreno que otorga un excelente sitio para la construcción de las presas y sobre todo el constante flujo del recurso hídrico que da el páramo. Un claro ejemplo hidroeléctricas en los páramos son: Saucay y Amaluza las cuales tienen una capacidad de 14.4 MW y 24 MW, existen otras más grandes como la central Paute con una capacidad de producción de 4900 GWH, la cual es una de las plantas más grandes de la región Andina en la cual la gran parte de sus aguas proviene del páramo, (IPCC, 2000)

Se estima que entre el 25 y el 40 % del agua que llega al embalse se origina en el ecosistema del páramo en la Cordillera Central y Occidental, sin embargo, este valor se ve incrementado en el estiaje, (Buytaert et al., 2003).

5.6. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR

Considerados como mayor afección debido a los efectos del cambio climático en donde en un escenario en que la temperatura aumente en 1,5 grados centígrados muchas de las especies de flora y fauna no podrán sobrevivir, esto se debe a que las especies han evolucionado específicamente para vivir esas zonas, esto nos indica que al producir una variabilidad climática las especies no podrán adaptarse rápidamente por lo cual terminarán extinguiéndose, (Hammen, Thomas van der. Cleef, 2008).

Indagaciones posteriores han determinado que 82 especies de plantas endémicas del páramo el 82% se encuentra clasificado como Alta vulnerabilidad y solo el 2% tiene una vulnerabilidad baja. Determinando que el país se pierde más rápidamente los glaciares a una tasa más alta esto se debe a que la temperatura se ha ido incrementando a una tasa de 0.021 grados centígrados por año, (Sevink, 2020).

La disminución de los servicios ecosistemas es otro factor del cambio climático, la retención del recurso hídrico, lo cual genera escasez en las ciudades de los Andes que se abastecen del agua proveniente de los páramos. Varios estudios han determinado que en esta

década (2020-2030) juega un papel muy importante para lograr una reducción de los gases de efecto invernadero para evitar que se presente el peor escenario, **(Sevink, 2020)**.

5.6.1. Impacto sobre la biodiversidad y zonas de vida

Los aspectos del cambio climático que potencialmente tendrían un impacto sobre la vegetación del páramo son: el aumento de temperatura, los cambios en el régimen pluviométrico y de humedad del aire y una mayor irradiación. Esto puede tener efecto sobre la posición de cinturones altitudinales, aparición y desaparición de especies que toleren o no nuevas condiciones de humedad e irradiación, y condiciones climáticas que facilitan el avance de la agricultura y la ganadería, afectando la vegetación, **(Araujo, 2006)**

5.6.2. Impacto en el límite superior del bosque

El aspecto del movimiento de cinturones altitudinales con el cambio climático más estudiado es la posición del límite superior del bosque, porque es más clara su discontinuidad y por esto es tan interesante para ver y dar cuenta de los efectos del cambio climático, **(Werner, 2013)**.

5.6.3. Impacto sobre suelos e hidrología

Los glaciares típicamente proveen una fuente constante de agua de deshielo para sostener caudales de ríos durante las épocas secas. Por ejemplo, **Ruiz et al. (2011)** compararon dos cuencas en el parque Los Nevados; un río que nace en glaciar y otro que no se alimenta de deshielo. Aunque los dos pasan también por extensas áreas de páramo y bosque andino, el río originario de deshielo mantuvo un buen caudal en época seca, mientras que el que no lo tiene entra en estrés hídrico. Esto implica claramente el efecto que tendrá la inminente desaparición de los glaciares de Los Nevados sobre los ríos que se alimentan de ellos. En general, la disminución de volumen de los glaciares tiene un efecto directo que se evidencia en menor flujo base y mayor variabilidad de caudales en quebradas que tienen su origen en los glaciares, **(Francou, 2011)**.

5.6.4. Impacto sobre actividades productivas

Se presupone que una parte importante de los páramos ya ha sido transformada en áreas agrícolas (potreros, sembríos u áreas en barbecho con ganadería). Debido al desconocimiento de la extensión original, es imposible dar cifras exactas de la superficie de páramo que está siendo transformada en áreas agrícolas. Una estimación gruesa para el Ecuador dice que aproximadamente el 40% del páramo original está transformado en agroecosistemas y un 30% son pajonales usados en la ganadería extensiva, **(Hofsde, 2002)**.

5.6.5. Aspectos sociales, culturales y económicos

A nivel global, el cambio climático afecta especialmente a los habitantes que dependen directamente del entorno natural, es decir, a los pueblos indígenas y a las comunidades rurales. A pesar de su alta exposición-sensibilidad, las comunidades indígenas y las comunidades locales están respondiendo activamente a las condiciones climáticas cambiantes y han demostrado su capacidad de reacción y recuperación frente al cambio climático, **(Nakashima, 2012)**.

5.7. ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Un escenario es una descripción plausible, y a menudo simplificada, de cómo puede desarrollarse el futuro, basada en un conjunto coherente de suposiciones, **(IPCC, 2000)**.

5.8. MODELOS CLIMÁTICOS GLOBAL BAJO EL ESCENARIO RCP 8.5

Los Modelos Climáticos Globales (MCG), (ver tabla 5) son una representación tridimensional de la circulación general de la atmósfera y corresponden a las herramientas más avanzadas actualmente, disponibles para simular la respuesta del sistema climático global al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero y proporcionar estimaciones del cambio climático futuro, enfocados tanto a su evaluación como en la generación de proyecciones de cambio en las variables como temperatura y precipitación, **(Rodríguez, 2012)**. Las variables climáticas simuladas por los modelos climáticos con frecuencia muestran una desviación sistemática con respecto a las observadas, por lo cual es

muy recomendado realizar un post-proceso de los datos de los modelos con el fin de corregirlos y mejorarlos su correspondencia con los observados.

El escenario RCP 8.5 representa una vía en la que las emisiones y las concentraciones son altas. Sus principales supuestos socioeconómicos incluyen alto crecimiento poblacional, bajo PIB con tasas modestas de cambios tecnológicos y de eficiencia energético. Esto lleva a una importante demanda energética y consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero. En este escenario no se implementa políticas socioeconómicas (población y PIB), usos energéticos y emisiones para esta vía. En cada aspecto, salvo en PIB, este escenario tiene valores mayores a los otros tres, (IPCC, 2000).

Tabla 6.39 Modelos Climáticos Globales del experimento del experimento RCP8.5

Modelos Climáticos CMIP5	País
CCSM4, CESM1-BGC, CESM1-CAM5, GFDL-ESM2G, GFDL-ESM2M, GFDL-CM3, GISS-E2-H p1, GISS-E2-H p2, GISS-E2-H p3, GISS-E2-R p1, GISS-E2-R p2, GISS-E2-R p3	USA
bcc-csm1-1, BNU-ESM, FGOALS-g2, FIO-ESM	China
CNRM-CM5, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, IPSL-CM5B-LR	Francia
ACCESS1-0, ACCESS1-3, CSIRO-Mk3-6-0	Australia
MIROC5, MIROC-ESM, MIROC-ESM-CHEM, MRI-CGCM3	Japón
CMCC-CM, CMCC-CMS, CMCC-CESM	Italia
HadGEM2-AO, HadGEM2-ES	Korea
MPI-ESM-LR, MPI-ESM-MR	Germania
NorESM1-M, NorESM1-ME	Noruega
EC-EARTH	Europa

HadGEM2-CC	Reino Unido
inmcm4	Rusia
CanESM2	Canadá

Nota: en la tabla 6 se muestra los nombres de los 39 MCG

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

6. HIPÓTESIS O PREGUNTAS CIENTÍFICAS:

¿El procesamiento y análisis de los datos de los modelos de circulación global bajo el escenario RCP 85 ayudará a evaluar los efectos del cambio climático en la temperatura y precipitación de los páramos Andinos del Ecuador?

8. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)

8.1. Ubicación del Área de Estudio.

La zona de estudio se encuentra ubicada en parte centro- norte Andina del Ecuador entre -77.29 a $-79^{\circ}W$ de longitud y $0.8^{\circ}N$ a $2.5^{\circ}S$ de latitud, su altitud es muy variada (2800 -5000msnm) (ver Figura 1).

La región centro-norte Andina del Ecuador se caracteriza por la zona montañosa de la cordillera de los Andes, oscila entre 100 y 140 km. Al por la presencia de dos cordilleras (cordillera Occidental y cordillera Real), sobresaliente por grandes volcanes con alturas entre 4.300 y 6.300 msnm.

Se ha determinado su taxonomía del suelo afisol dentro de las provincias Chimborazo, Cañar, Bolívar con 2 % en afisol, se establece en Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos predomina con un 11 % en Entisol, dictaminando en Cañar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua con 2.55 % en histosol, fijando dentro de Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo,

Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos, Guayas , Esmeraldas , Los Ríos, Imbabura, Orellana , Pastaza, Santo Domingo con 64.45 % en Inceptisol se dictamina en Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi , Imbabura , Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua con 21 % en molisol. Su textura se establece dentro de las provincias de Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos, Guayas, Esmeraldas, Los Ríos, Imbabura, Orellana, Pastaza, Santo Domingo con un 4.71 % Arcilloso Arenoso, 2.74 % Arcilloso, 8 % Arenosa (fina, media, gruesa), 2.74 % Arenoso Franco, 56.83 % Franco, 5.25 % Franco Arcilloso Arenoso, 0.026 % Franco Arcilloso Limoso , 1.22 % Franco Arcilloso (< 35% de Arcilla) , 10.61 % Franco Arenoso (fino a grueso) , 7.67 % Franco limoso.

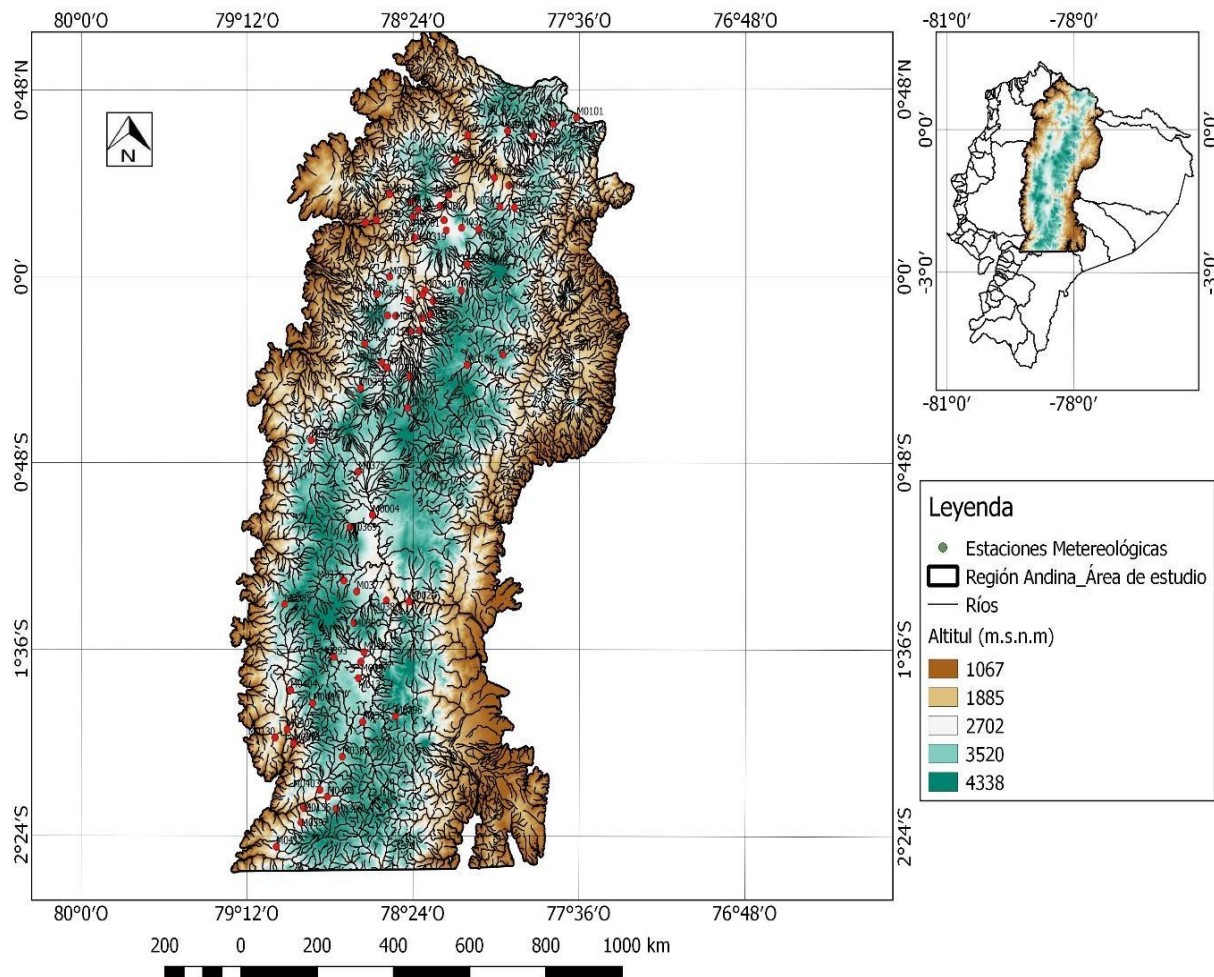
Se ha determinado su Aptitud Agrícola dentro de las provincias de Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos, Guayas, Esmeraldas, Los Ríos, Imbabura, Orellana, Pastaza, Santo Domingo con 56.78 % en bosques, cultivos , cuerpo de agua y pasto en aptitud y 43.22 % no Aptos Agrícolas cual se ha indagado sus principales cultivos productivos difundiendo la cebada , zanahoria, fresa , papa, trigo ,cebolla , caña de azúcar , flores , café , manzanas, quinua y habas.

Las provincias de Chimborazo, Cañar, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tungurahua, Sucumbíos, Guayas, Esmeraldas, Los Ríos, Imbabura, Orellana, Pastaza, Santo Domingo un Clima Uniforme Megatérmico muy Húmedo , Clima Tropical Megatérmico muy Húmedo , Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo a Húmedo , Clima Tropical Mega térmico Húmedo ,Clima Ecuatorial Frío de Alta Montaña , Clima Ecuatorial Mesotérmico Seco, **(Dr. Plutarco Naranjo., 1983)**.

- Al norte: Colombia
- Al sur: Azuay
- Al este: Esmeraldas, Manabí, Guayas
- Al oeste: Sucumbíos, Pastaza, Orellana, Morona Santiago
- Investigación descriptiva

Mediante el determinado estudio se plantea el estado actual del impacto al cambio climático de los páramos andinos

Fig. 1 Ubicación de la Región Andina, altitud, distribución de las estaciones meteorológicas.



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

8.2.Datos meteorológicos

Para el análisis exploratorio de datos: precipitación, temperatura, se tomó información de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología, (**INAMHI**) (ver

tabla 7), los cuales presentan una insuficiencia en datos. Razón por la cual se aplica el método MVR, (Segovia Inga, 2016), para la completación de datos faltantes. Así se realiza un análisis más concreto. Las estaciones seleccionadas contienen información de 46 años durante el período 1968-2014.

Tabla 7 Información de las estaciones meteorológicas de la zona centro y norte de los Andes Ecuatorianos

ESTACIÓN	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PERÍODO	
		(°S)	(°O)	(msnm)	Precipitación	Temperatura
M0001	INGUINCHO	0.26	-78.40	3140	68-2014	68-2014
M0002	LA TOLA	-0.23	-78.37	2480	68-2014	68-2014
M0003	IZOBAMBA	-0.37	-78.55	3058	68-2014	68-2014
M0004	RUMIPAMBA-SALCEDO	-1.02	-78.59	2685	68-2014	68-2014
M0021	ATUNTAQUI	0.35	-78.23	2200	68-2014	68-2014
M0024	QUITO INAMHI- INNAQUITO	-0.17	-78.48	2789	68-2014	68-2014
M0029	BANNOS	-1.39	-78.42	1695	68-2014	68-2014
M0101	EL CARMELO	0.68	-77.61	2955	68-2014	68-2014
M0102	EL ANGEL	0.63	-77.94	3000	68-2014	68-2014
M0103	SAN GABRIEL	0.60	-77.82	2860	68-2014	68-2014
M0105	OTAVALO	0.24	-78.25	2550	68-2014	68-2014
M0113	UYUMBICHO	-0.39	-78.53	2740	68-2014	68-2014
M0130	CHILLANES	-1.98	-79.06	2330	68-2014	68-2014
M0133	GUASLAN	-1.72	-78.66	2850	68-2014	68-2014
M0136	CHUNCHI	-2.28	-78.92	2177	68-2014	68-2014
M0188	PAPALLACTA	-0.37	-78.14	3150	68-2014	68-2014
M0301	FF CC CARCHI	0.61	-78.14	1280	68-2014	68-2014
M0305	JULIO ANDRADE	0.66	-77.72	2890	68-2014	68-2014
M0310	MARIANO ACOSTA	0.30	-77.98	2980	68-2014	68-2014
M0312	PABLO ARENAS	0.50	-78.19	2340	68-2014	68-2014
M0314	AMBUQUI	0.43	-78.01	1880	68-2014	68-2014
M0315	PIMAMPIRO	0.39	-77.94	2090	68-2014	68-2014
M0318	APUELA-INTAG	0.36	-78.51	1620	68-2014	68-2014
M0321	TOPO- IMBABURA(ANGLA)	0.21	-78.17	2860	68-2014	68-2014
M0324	SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA	0.30	-77.91	2230	68-2014	68-2014
M0325	GARCIA MORENO	0.23	-78.63	1950	68-2014	68-2014

M0326	SELVA ALEGRE- IMBABURA	0.25	-78.58	1800	68-2014	68-2014
M0337	SAN JOSE DE MINAS	0.17	-78.39	2440	68-2014	68-2014
M0343	EL QUINCHE-PICHINCHA	-0.10	-78.30	2605	68-2014	68-2014
M0344	CANGAHUA	-0.06	-78.17	3140	68-2014	68-2014
M0345	CALDERON	-0.10	-78.42	2645	68-2014	68-2014
M0346	YARUQUIINAMHI	-0.16	-78.32	2600	68-2014	68-2014
M0353	RUMIPAMBA-PICHINCHA	-0.43	-78.42	2940	68-2014	68-2014
M0354	SAN JUAN-PICHINCHA (CHILLOG.)	-0.28	-78.63	3440	68-2014	68-2014
M0357	CANAL 10 TV.	-0.16	-78.52	3780	68-2014	68-2014
M0358	CALACALIINAMHI	0.00	-78.51	2810	68-2014	68-2014
M0359	CAYAMBE	0.05	-78.14	2840	68-2014	68-2014
M0361	NONO	-0.07	-78.57	2710	68-2014	68-2014
M0363	SIGCHOS	-0.70	-78.89	2880	68-2014	68-2014
M0364	LORETO PEDREGAL	-0.56	-78.43	3620	68-2014	68-2014
M0369	CUSUBAMBA	-1.07	-78.70	3175	68-2014	68-2014
M0375	SAQUISILI	-0.83	-78.66	2892	68-2014	68-2014
M0376	PILAHUIN	-1.30	-78.73	3314	68-2014	68-2014
M0377	TISALEO	-1.35	-78.67	3266	68-2014	68-2014
M0380	HUAMBALO	-1.39	-78.53	2880	68-2014	68-2014
M0385	SALINAS-BOLIVAR	-1.40	-79.02	3600	68-2014	68-2014
M0390	URBINA	-1.48	-78.68	3610	68-2014	68-2014
M0391	PALLATANGA	-2.00	-78.97	1523	68-2014	68-2014
M0393	SAN JUAN-CHIMBORAZO	-1.63	-78.78	3220	68-2014	68-2014
M0395	CEBADAS	-1.91	-78.64	2930	68-2014	68-2014
M0396	ALAO	-1.88	-78.48	3200	68-2014	68-2014
M0397	COMPUD	-2.34	-78.94	2402	68-2014	68-2014
M0399	ACHUPALLAS- CHIMBORAZO	-2.28	-78.77	3178	68-2014	68-2014
M0402	CHIMBO DJ PANGOR	-1.94	-79.00	1452	68-2014	68-2014
M0403	ALAUSSI	-2.20	-78.85	2267	68-2014	68-2014
M0404	CAI-LIMBE	-1.77	-78.99	2800	68-2014	68-2014
M0405	GUASUNTOS	-2.23	-78.81	2438	68-2014	68-2014
M0408	GUANO	-1.61	-78.64	2620	68-2014	68-2014
M0409	PANGOR-J.DE VELASCO(H.TEPEYAC)	-1.83	-78.88	3109	68-2014	68-2014
M0412	SUSCALPAMBA(CAPILLA DOLOROSA)	-2.46	-79.06	2763	68-2014	68-2014
M0909	GUALSAQUI	0.32	-78.41	2710	68-2014	68-2014
M0057	RIOBAMBA AEROPUERTO	-1.65	-78.65	2760	68-2014	68-2014
M0114	TUMBACO	-0.23	-78.41	2348	68-2014	68-2014

M0316	ZULETA	0.21	-78.08	2910	68-2014	68-2014
M0317	COTACACHI- HDA.ESTHERCITA	0.31	-78.27	2410	68-2014	68-2014
M0319	SAN RAFAEL DEL LAGO	0.20	-78.24	2790	68-2014	68-2014
M0323	ACHUPALLAS- IMBABURA	0.29	-78.38	3205	68-2014	68-2014
M0341	GUAYLLABAMBA	-0.06	-78.34	2150	68-2014	68-2014
M0347	PUEMBO	-0.18	-78.36	2460	68-2014	68-2014
M0350	HDA.LA GRANJA-ALOAG	-0.48	-78.65	3100	68-2014	68-2014
M0398	PALMIRA INAMHI	-2.06	-78.74	3180	68-2014	68-2014
M0545	OYACACHI	-0.33	-77.97	3130	68-2014	68-2014
M5012	VERDE SUMACO	-0.37	-77.91	0	68-2014	68-2014
M5043	GUAYLLABAMBA	-0.08	-78.35	0	68-2014	68-2014

Nota: Base de datos del Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología (INAMHI).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

8.3.Datos de los MCG

En el presente estudio se utilizó variables de temperatura y precipitación mensual resultado de la simulación de 39 modelos climáticos globales de la fase 5 (CMIP5), bajo el escenario de concentración de emisiones altas RCP8.5, disponible en línea para el periodo 2050 al 2090 (ver tabla 8). Estos modelos proporcionan una gama de futuros climáticos simulados que caracterizan las próximas décadas o siglos y se pueden utilizar como base para explorar los impactos del cambio climático en cuestiones de políticas de interés y relevancia para la sociedad, **(Taylor et al., 2012)**.

El escenario RCP8.5 fue seleccionado para resaltar los mayores impactos del cambio climático como el mayor cambio de temperatura, forzamiento radiactivo ($> 8.5W/m^2$) y concentraciones ($>1370 CO_2$ ppm) posibles para el 2090, **(Cabos & Aguilar, 2014)**.

Estos diferentes modelos bajo el escenario RCP8.5 han sido ampliamente utilizados para evaluar los impactos del cambio climático en diferentes cuencas del mundo, **(Hassan et al., 2011)**.

Tabla 8 Modelos Climáticos de la fase 5, bajo el escenario de concentración de emisiones Altas RCP8.5

Nombre del Modelo	Instituciones
- ACCESS1-0 y ACCESS1-3	Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth, Investigación Marina y Atmosférica, Australia y la Oficina de Meteorología.
- bcc-csm1-1	Centro Climático de Beijing, Administración Meteorológica de China.
- BNU-ESM	Universidad Normal de Beijing.
- CanESM2	Centro Canadiense para el Modelado y Análisis del Clima, Canadá.
- CESM1-BGC, CESM1-CAM5, CMCC-CM, CMCC-CMS y CCSM4	Centro Nacional de Investigación Atmosférica, EE.UU.
- CNRM-CM5	Centro Europeo de Investigación y Formación y Centro Nacional de Investigación Meteorológica, Clima – Francia.
- CSIRO-Mk3-6-0	Organización de Investigación Científica e Industrial de Commonwealth y Centro de excelencia del cambio climático de Queensland, Australia.
- EC-EARTH	Centro Europeo de Pronóstico Meteorológico de Medio Alcance.
- FGOALS-g2	Instituto Max Planck de Meteorología Alemania y Universidad Tsinghua, China.
- FIO-ESM	Primer Instituto de Oceanografía Modelo de Sistema de Tierra.
- GFDL-CM3, GFDL-ESM2G y GFDL-ESM2M	Instituto de Física Atmosférica, Academia China de Ciencias.
- GISS-E2-H p1, GISS-E2-R p1, GISS-E2-H p2, GISS-E2-R p2, GISS-E2-H p3 y GISS-E2-R p3	Instituto Goddard de la NASA para Estudios Espaciales, EE. UU.

- HadGEM2-AO, HadGEM2-CC y HadGEM2-ES	Metro: Met Office Hadley Centre, Reino Unido.
- inmcm4	Instituto de Matemática Numérica, Rusia.
- IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR y IPSL-CM5B-LR	Instituto Pierre Simón Laplace, Francia.
- MIROC-ESM, MIROC5 y MIROC-ESM-CHEM	Instituto de Investigación Atmosférica y Oceánica, Agencia de Japón para la Ciencia y Tecnología Marinas-Tierra y el Instituto Nacional de Estudios Ambientales, Japón.
- MPI-ESM-LR y IPSL-CM5A-MR	Instituto Max Planck de Meteorología, Alemania.
- MRI-CGCM3	Instituto de Investigación Meteorológica, Japón.
- NorESM1-ME	Centro Climático Noruego, Noruega.

Nota: en la tabla 8 se muestra Modelos Climáticos de la fase 5, bajo el escenario de concentración de emisiones Altas RCP8.5, con sus respectivas instituciones.

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

8.4. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

8.4.1. Investigación Exploratoria.

Esta indagación nos permitirá adjuntar diferentes datos preliminares de diferentes estudios realizados en cuanto a la determinación del impacto al cambio climático en los páramos andinos.

8.4.2. Investigación Bibliográfica

Esta investigación ayudará a reunir información primaria y secundaria para la determinación del impacto del cambio climático en los páramos andinos.

8.5.TÉCNICAS

8.5.1. Análisis Observacional

Mediante la técnica de estudio determinaremos información en diferentes aspectos ya sea fenómenos, hechos, acciones y en diferentes situaciones enfatizando el impacto al producir una variación climática en los páramos andinos.

8.6.MÉTODOS

8.6.1. Método Cuantitativo

Determina un análisis descriptivo que permitirá identificar las características del impacto climático sobre los páramos andinos

8.6.2. Método de Cualitativo

Determina un análisis numérico que permitirá identificar los resultados del impacto climático sobre los páramos andinos

8.7.ANÁLISIS DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES

Para el análisis se descargaron los 39 modelos climáticos <https://climexp.knmi.nl/> bajo un escenario extremo CMIP5 RCP85. Para analizar sequías meteorológicas mediante el índice estandarizado de precipitación (SPI).

8.8.ANÁLISIS DE SEQUÍAS

Dentro de este análisis se determinará la duración (meses), intensidad y frecuencia (%) de sequías de los 39 modelos climáticos globales para el escenario extremo (RCP8.5) y para los datos observados de todas las estaciones que se encuentre dentro del área.

En este estudio se utilizará el índice de precipitación normalizado por su sigla en inglés SPI, (McKee y otros, 1993, 1995), para caracterizar las sequías meteorológicas. El SPI se calcula sobre la base de las distribuciones de probabilidad de precipitación para escalas de tiempo mensuales. En este estudio, el SPI mensual se obtendrá mediante el ajuste de una distribución gamma para cada mes por separado. Se adoptará la distribución gamma, ya que

la distribución de la precipitación mensual es típicamente similar a una distribución gamma. El rango del SPI es aproximadamente el mismo para cada lugar sobre el período de estudio. El rango SPI está dentro de -2 y +2, no obstante, en este estudio se considera sequía cuando el índice está por debajo de -1.

Este índice está diseñado para expresar las condiciones de sequía con respecto a las condiciones normales en una región durante un período determinado. Para calcular el índice empleando escenarios de cambio climático se asumió que los parámetros de la distribución gamma estarían sin cambios en el futuro y por lo que los valores adoptados para el período histórico podrían extenderse a las predicciones futuras. Una vez estandarizados las anomalías se clasifican teniendo en cuenta los valores (ver tabla 9).

Tabla 9 Clasificación de las sequías por el valor SPI y probabilidad de ocurrencia.

Valor de SPI	Categoría
2.00 o mas	Ex tremendamente húmedo
1.50 a 1.99	Muy mojado
1.00 a 1.49	Moderadamente húmedo
0 a 0.99	Ligeramente húmedo
0 a -0.99	Sequía leve
-1.00 a -1.49	Sequía moderada
-1.50 a -1.99	Sequía severa
-2 o menos	Sequía extrema

Nota: Para la determinación de períodos húmedos y secos se realizará para los períodos observados de las estaciones meteorológicas de estudio comprendidas entre el período 1968 al 2014 (período actual) y para los escenarios futuros (2050-2090) de los 39 modelos MCG. **Lloyd-Hughes y Saunders (2002).**

8.9.IMPACTOS SOBRE LOS PÁRAMOS (CENTRO Y NORTE) PARA EL PERÍODO 2050-2090

Aquí se analizó del impacto climático de los páramos centro y norte del Ecuador, el cual se considera las variables de temperatura y precipitación los cuales se medirá su incrementos y decrementos, los efectos directos en la precipitación serán evaluados mediante periodos húmedos y periodos secos (sequías) estas serán evaluados mediante sus características de duración, intensidad y frecuencia se sequías o periodos húmedos.

8.10. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LOS RESULTADOS.

8.10.1. Programa de Excel

Esta herramienta ayudará a colocar los datos y la aplicación de las diferentes fórmulas para la obtención de los resultados.

8.10.2. Programa de Arcgis.

Esta herramienta permitirá delimitar el área de estudio.

8.10.3. Programa SPI

Nos permitirá analizar la duración, intensidad y frecuencia de sequías de los 39 modelos climáticos globales extremos.

8.10.4. Programa Hydraccess

Se utilizará para la completación de datos faltantes de las variables de temperatura y precipitación. Esta herramienta nos ayudará a calcular el número de sequías que existe en nuestro modelo.

8.11. IDW (INVERSE DISTANCE WEIGHTED)

El método IDW permitió determinar la distribución espacial del cambio climático en la región andina norte y centro del Ecuador. Este método concreta el concepto de vecindad entre sitios con disponibilidad de datos con un cambio gradual de las superficies definidas con una tendencia. Deduciendo que el valor del atribuido Z en una posición donde el valor

del atributo no es conocido es un promedio de los valores de sus vecinos, pero donde los vecinos más cercanos tienen más peso o importancia que los más alejados (**FAO, 2003**). Determinado por variables existentes frecuencia, duración e intensidad para modelos observados y futuras, establecida por el número de sequías observables y futuras.

La ecuación general del método es:

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^n (\lambda_i \times Z(x)_i)$$

Donde:

$Z^*(x)$ Valor estimado de la variable

$Z(x)_i$ Valor de la variable en el punto conocido i

8.12. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS VARIABLES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN LA ZONAS DE ESTUDIO (SUPERPOSICIÓN CARTOGRÁFICA)

El Impacto Ambiental se estima mediante los métodos gráficos, son vigentes en diversas categorías de análisis ambiental, el procedimiento más utilizado es la superposición de transparencias, donde diversos mapas que establecen impactos individuales sobre un territorio al superponer archivos con diferentes características ambientales en formatos compatibles en software de modelos de información geográfica superposición de capas que nos permite obtener ciertas características de influencia sobre la zona de estudio. Los mapas pueden identificar, predecir y asignar un valor relativo a cada impacto. La superposición de mapas permite una comprensión del conjunto de impactos establecidos en forma independiente, relacionarlos con diversas características como aspectos físico-territoriales. (**Guillermo Espinoza, 2007**)

8.12.1. Método de superposición cartográfica

El método de superposición de mapas consiste en la combinación de dos o más capas o mapas en donde cada celda (píxel) de cada capa o mapa referencia la misma localización geográfica y con lo cual se genera una nueva capa o mapa que contiene la combinación de la información de las capas o mapas de entrada. La operación de análisis de superposición de mapas se puede

realizar de dos formas: Análisis local píxel a píxel: Se realiza teniendo en cuenta de forma aislada píxel a píxel de una o varias capas de un mapa raster o dependiendo de las características de un archivo tipo shp. Análisis en zonas o regiones: Se realiza teniendo en cuenta un conjunto de píxeles que se encuentren de forma contigua en una o varias capas de un mapa raster sobre el área de influencia (ver figura 2F)(Jaime, 2011).

Los archivos tipo shp que se usan para la realización de los deferentes trabajos en la identificación de áreas de afectación, se obtienen del **sistema de información geográfica** y del **Portal de Datos de SIGTIERRAS - MAGAP** de diferentes escalas (ver tabla 10).

Tabla 10 Descripción de los archivos

Archivos tipo SHP			
	Factor de escala:	Sistema de coordenadas geográficas	Tipo
Zonas de vida	0,9996 (1:50000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Zonas de paramo	0,9996 (1:50000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Zonas de protección	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Zonas pobladas	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Zonas de vida	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Estaciones_M	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	punto
Área de influencia	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Polígono
Archivos tipo Raster			
Archivos raster para las variables de I,F,G,P,°T	0,9996 (1:3000)	WGS_1984_UTM_Zone_17S	Tif de 32 pixeles de resolución

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa 2021

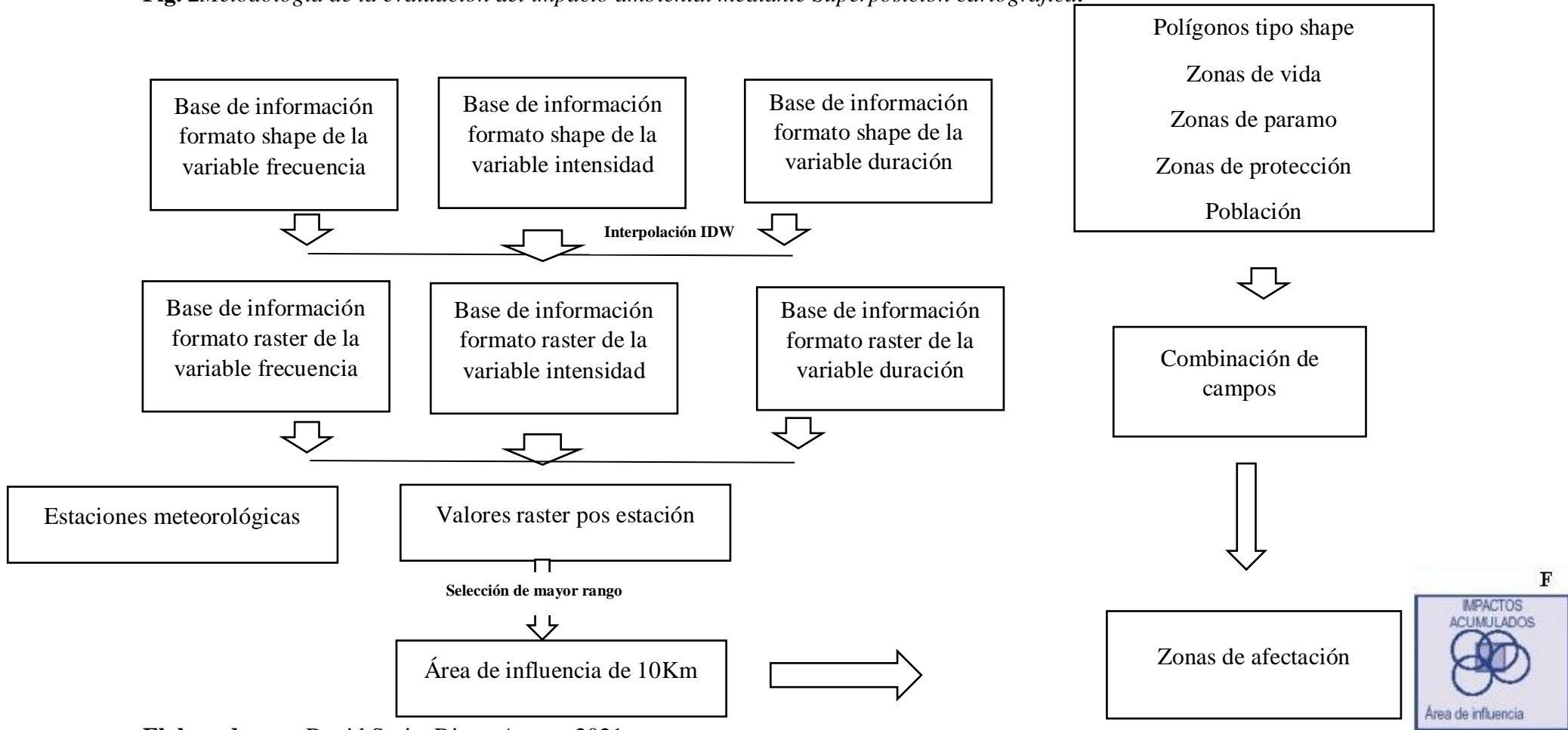
Para efectuar el procedimiento de nuestras bases de datos (ver figura 2), se puede utilizar cualquier programa de procesamientos información geográfica, para este caso se utilizaron el programa Qgis el cual es un software libre y el programa Argis que es un programa de paga.

Procedimiento

1. Una vez que se haya obtenido los incrementos o decrementos de las variables de precipitación y temperatura de los 39 MCG y de los datos observados las estaciones de estudio, se hace una relación del promedio del incremento de los 39 MCG para cada uno a de las estaciones.
2. Se procede a generar una base de datos con los incrementos o decrementos de las variables de frecuencia, intensidad y duración.
3. Se realiza una interpolación que nos permite obtener valores de cada una de las celdas aledañas en función a los datos existentes y obteniendo un archivo tipo raster para las variables de frecuencia, duración, intensidad, precipitación y temperatura.
4. Se procede a la obtención de los valores para cada una de las estaciones del área de estudio en función a los archivos raster de cada una de las variables, obteniendo así las estaciones que se verá más afectada.
5. Se procede a la extracción de la estación que será la más afectada dependiendo de cada una de las variables, dando un área de influencia directa de 10 km².
6. Se realiza una superposición de los archivos tipos shp de; Zonas de vida Zonas de paramos Zonas de protección, zonas pobladas, con el fin de obtener áreas que intersequen entre sí.
7. Se procede a la superposición de los archivos tipo shp del punto 5 y 6 con el fin de obtener el área afectada según el área de influencia directa para cada una de las variables.
8. Para el criterio para la determinación de la población afectada dentro de la zona d influencia se estableció el siguiente criterio; Número de personas que viven en un área determinada en km², por área de afectación directa de la zona de influencia.

$$\# \text{ de personas estimadas} = \frac{\# \text{ de personas del area} \times \text{Área afectada km}^2}{\text{total de área km}^2}$$

Fig. 2 Metodología de la evaluación del impacto ambiental mediante Superposición cartográfica.

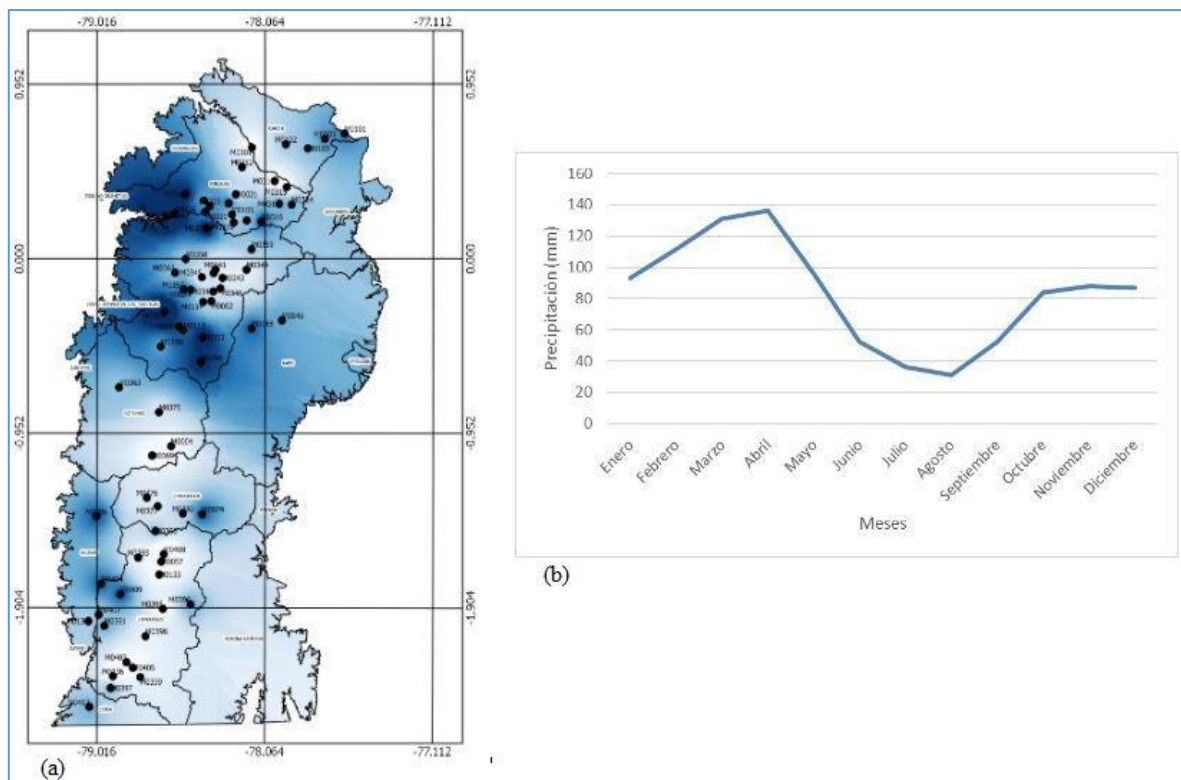


Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa 2021

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Mediante la revisión bibliográfica se ha recolectado datos de 73 estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/publicaciones-dela-direccion-de-la-informacion-hidrometeorologica/>, para las variables climáticas de temperatura y precipitación, en un periodo de tiempo de 43 años entre (1968-2014). El área de estudio la temperatura promedio es de 13,35 °C y su precipitación es de 999,47 mm/año en promedio donde la mayor concentración se encuentra en los Andes Occidentales, (ver figura 3). La precipitación disminuye de norte a sur y de este a oeste, (**Estudios de Ilbay-Yupa et al., 2021**). Esta zona se caracteriza por tener dos temporadas de lluvia y una seca (bimodal), en la cual la lluvia se concentra en los meses de febrero a abril seguido de un periodo de lluvias menos intensos de octubre a diciembre, y una estación seca de junio a agosto, (ver figura 3), estos resultados coinciden con, (**Estudios de Ilbay-Yupa et al., 2021**).

Fig. 3 Estacionalidad del ciclo anual de la precipitación para la zona de estudio.



Nota: En la figura 3 muestra la distribución de las estaciones del área de estudio, así como su distribución de la precipitación.

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa 2021

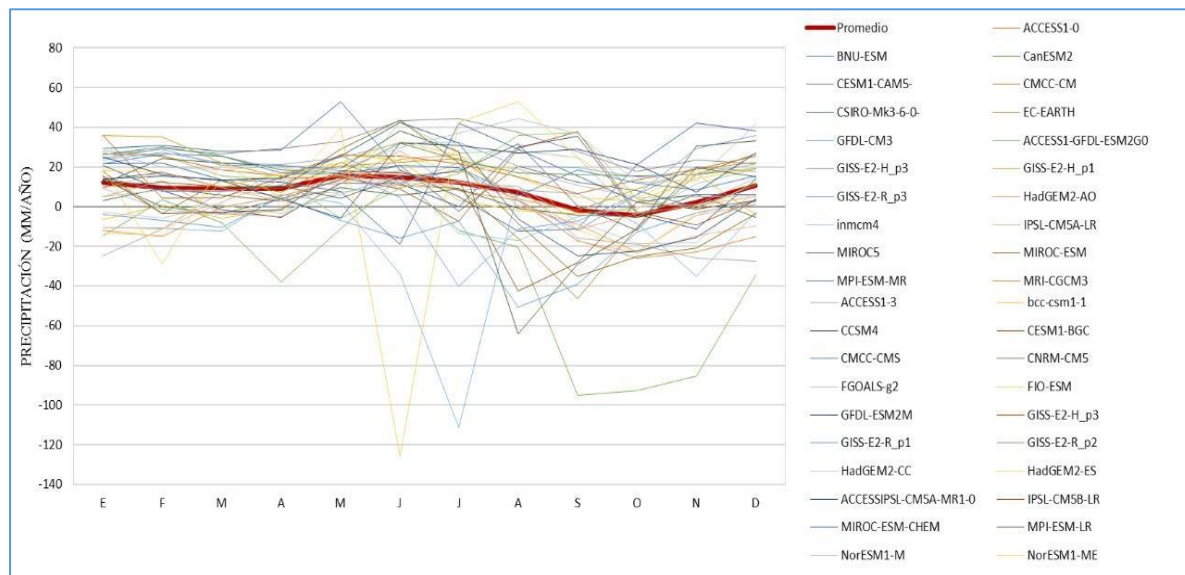
9.1.Variación temporal de la temperatura y precipitación

9.1.1. Variación de la precipitación

Para la región Andina entre 77.29° a 79°O de longitud y 0.8°N a 2.5°S de latitud, la precipitación promedio fue 999.47 mm/año. Para el futuro considerando la media de los 39 modelos MCG se espera un incremento en promedio 7.97% (1079.13mm/año). Los meses con incremento de precipitación corresponden desde noviembre a junio y una disminución para los meses julio a octubre. Estos últimos períodos corresponden a los meses de menor precipitación para la región Sierra centro-norte, (**Pourrut & Pierre, 1986**).

El análisis individual de los 39 MCG evidencia que los modelos GISS-E2-H-P2, GISS-E2-H_p3, GISS-E2-H_p1, GISS-E2-R_p1, GISS-E2-R_p2, GISS-E2-R_p3 predicen un aumento de la precipitación para todos los meses, mientras que los modelos GFDL-CM3, NorESM1-ME y CanESM2 presentan el menor incremento de la precipitación para todos los meses (ver figura 4).

Fig. 4 Distribución mensual de las precipitaciones previstas para la región Andina bajo 39 modelos climáticos globales RCP8.5 para el 2050-2090



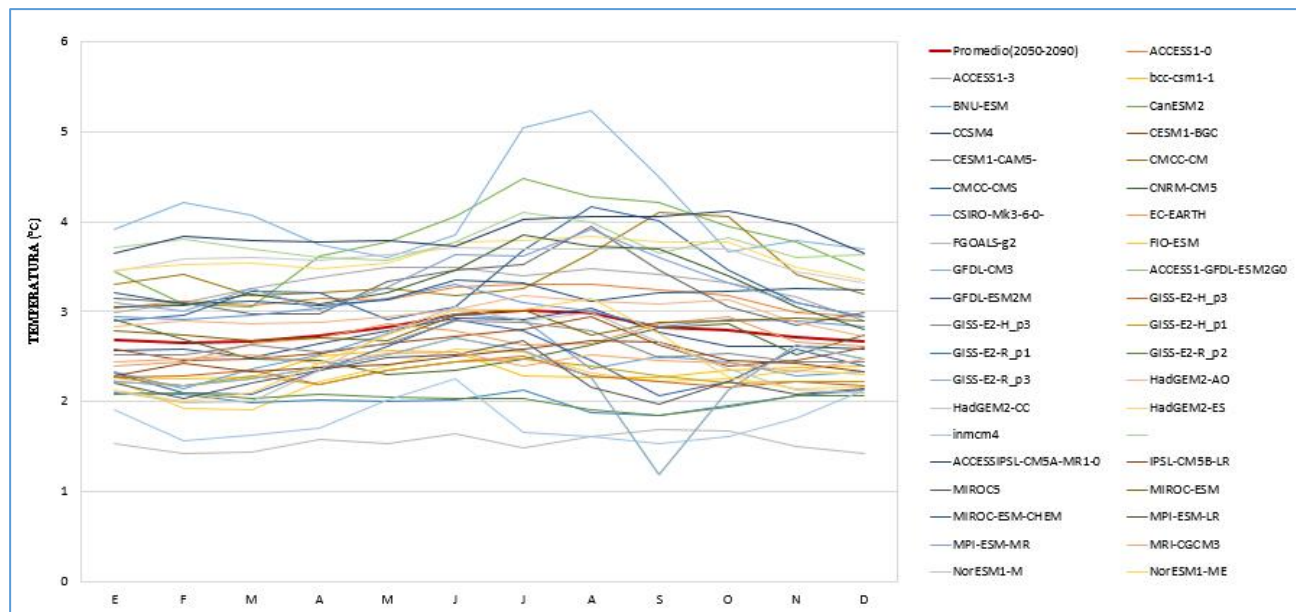
Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa

Para la región Andina dentro de los 39 MCG la temperatura promedio fue de un valor de 13.35 °C (observado), para el futuro considerando la media de los 39 MCG se espera un incremento promedio de 2.80°C (16.15°C)(proyectado), Donde los meses con aumento de la temperatura corresponde desde de julio hasta finales de agosto y una disminución para los meses julio hasta abril, Estos últimos períodos corresponden a los meses de menor temperatura para la región Sierra centro-norte, (**Pourrut & Pierre, 1986**).

El análisis individual de los 39 MCG evidencian que los modelos GFDL-CM3, CanESM2, IPSL-CM5A-LR, CMCC-CMS, MPI-ESM-MR, MPI-ESM-LR predicen un aumento de temperatura para el periodo futuro produciendo sequía mayor Evapotranspiración y déficit hídrico, mientras que los modelos GISS-E2-R_p3, inmcm4, FGOALS-g2 presentan

una disminución de la temperatura (ver figura 5). Los modelos GFDL-CM3, NorESM1-ME y CanESM2 presentan el menor incremento de la precipitación para todos los meses (ver figura 5).

Fig. 5 Distribución mensual de temperaturas previstas para la región andina bajo 39, modelos de los escenarios climáticos RCP8.5 para el 2050-2090

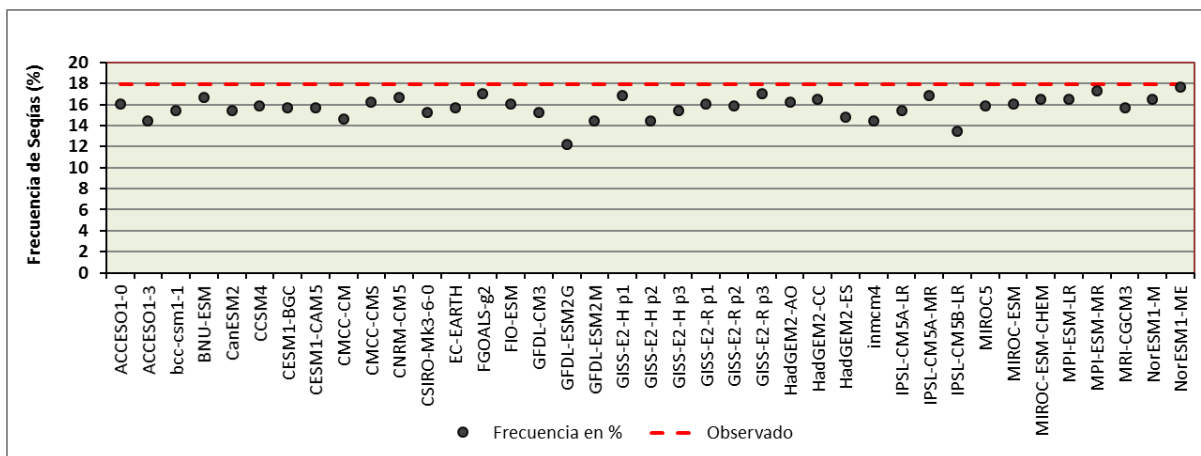


Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

9.2. Impacto de las sequías en la región Andina del Ecuador (SPI)

Para la región Andina la precipitación observada para el período de 1968-2014 tiene una frecuencia del 17.9%. Sin embargo, a futuro para el periodo 2050-2090 se espera que esta frecuencia disminuya a un promedio de 15.74%. Es decir, en el futuro las sequías se disminuirán de 101 meses secos a 89 meses secos para un periodo de 47 años (ver figura 6). Estos resultados son alentadores porque habrá menos número de meses con sequía meteorológica.

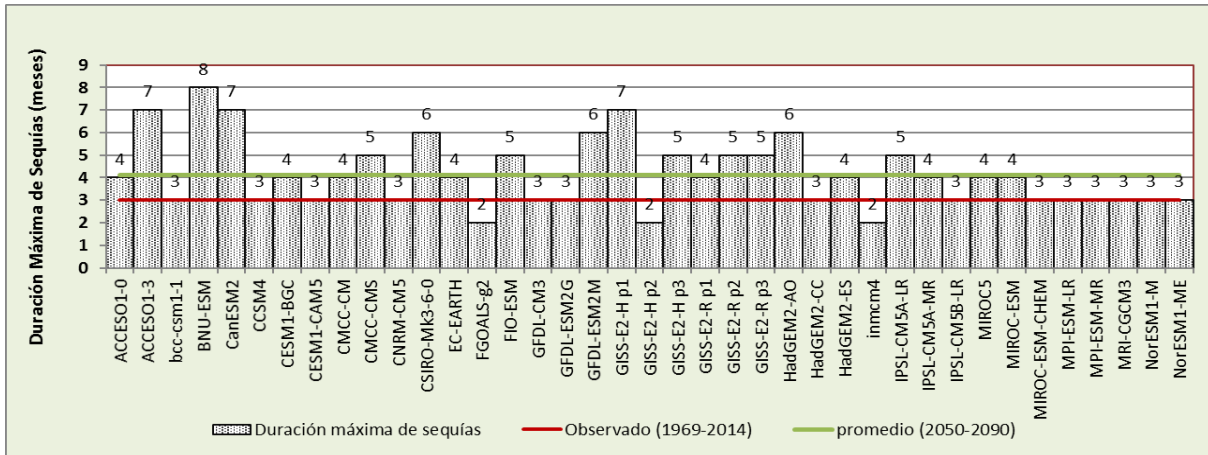
Fig. 6 Gráfica de frecuencia de sequías SPI-1 mes para los 39 modelos climáticos globales. Los círculos negros se representan la frecuencia de sequías de los MCG para el escenario proyectado (2050-2090) y en línea discontinua rojas la frecuencia de sequía



Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

La duración es analizada con respecto al número de meses consecutivos de sequías (duración) que se presentan en el futuro (2050-2090). El 92.3 % de los MCG predice un aumento en la duración de las sequías: que va de 3 meses (observado) a 4 meses consecutivos en el futuro, (ver figura 7). Sin embargo, hay tres modelos que predicen un decremento en su duración como los modelos FGOALS-g2, GISS-E2-H p2 y inmcm4 en 4.2 meses de duración (ver figura 7). Estudios anteriores para toda la región Andina de Sudamérica predicen incremento de la duración de las sequías (Herzog et al., 2010) al igual que esta investigación.

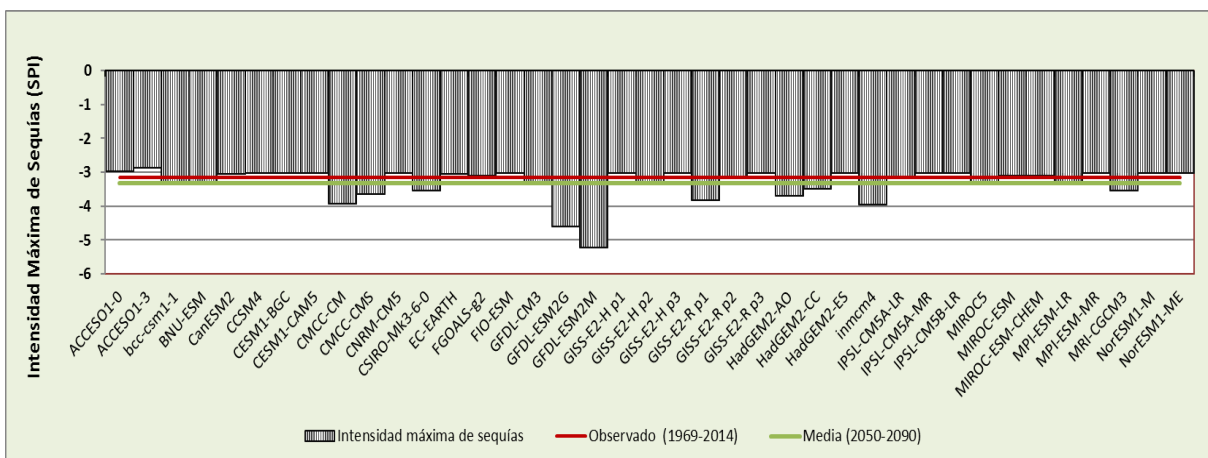
Fig. 7 Duración de sequías (SPI-1 mes) para los MCG para escenario proyectado (2050-2090) comparados con resultados de SPI-1 mes a partir de información observada (1968-2014).



Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

El análisis de la intensidad en la zona de estudio aumentará a futuro de -3.15 (observado) a -3.31, clasificada como sequía extrema (Lloyd-Hughes y Saunders (2002)). Los modelos GFDL-ESM2M yGFDL-ESM2G son los que proyectan una mayor duración, (ver figura 8).

Fig. 8 Intensidad máxima de sequías (SPI-1 mes) para los 39 MCG para el escenario proyectado (2050-2090) comparados con resultados de SPI-1 mes a partir de información observada (1968-2014).

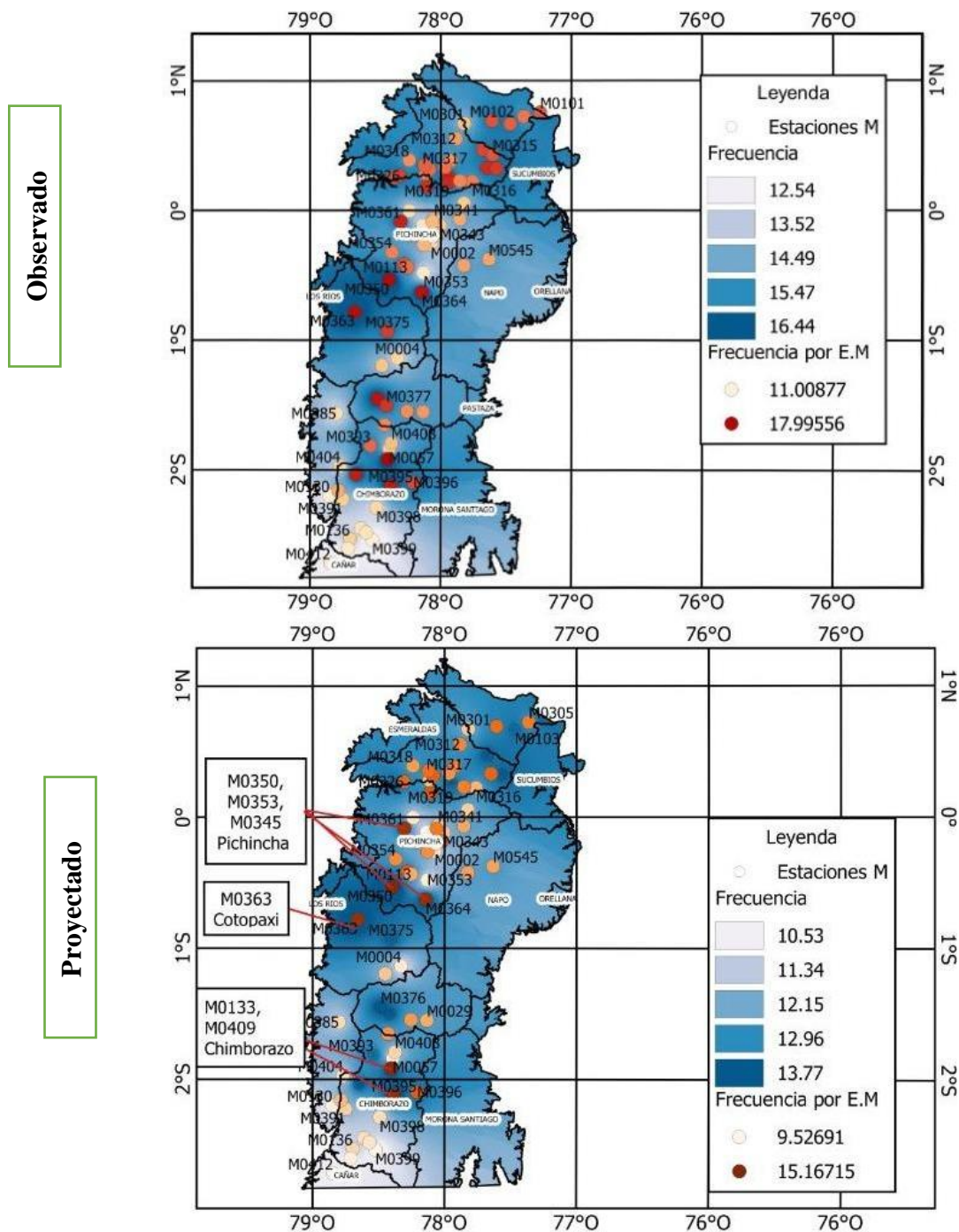


Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

La distribución espacial considerando la media de los 39 modelos, muestra una disminución de la frecuencia de las sequías, las zonas con mayor afectación serán: Pichincha

en las estaciones (M0350, M0353, M0345), Cotopaxi (M0363), Chimborazo (M0133, M0409), con una frecuencia máxima de (15.16 %), (ver figura 9).

Fig. 9 Cambios de la frecuencia de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

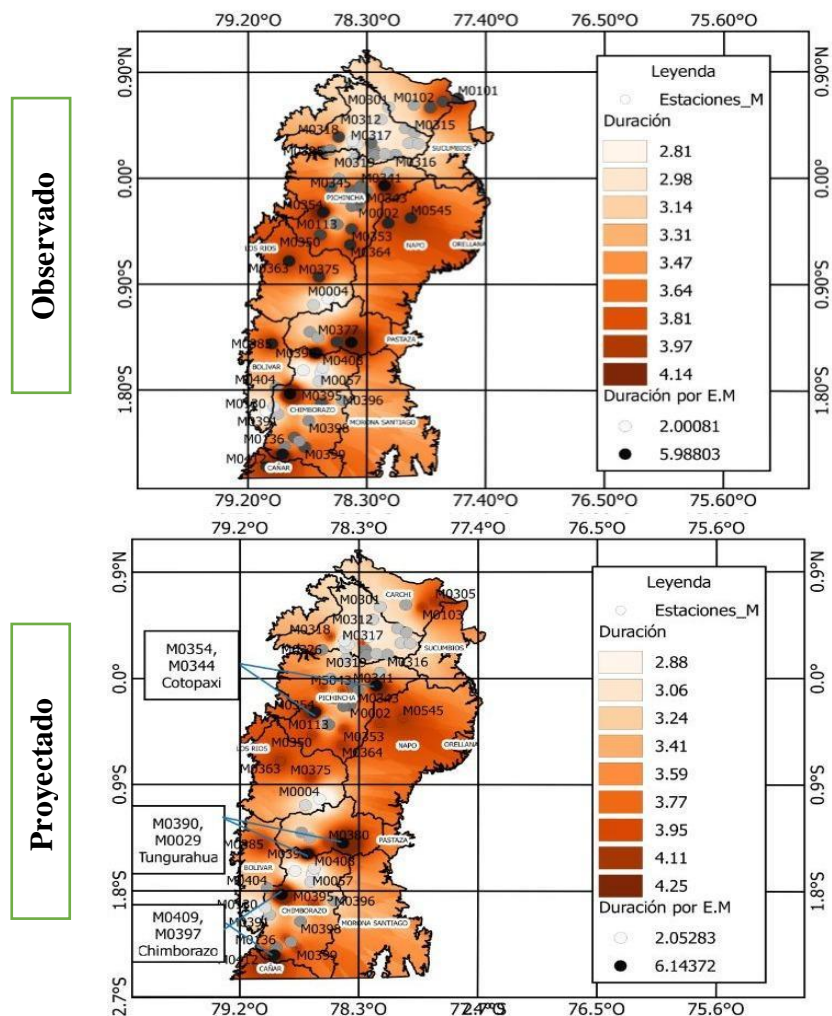
Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

La duración de las sequías se incrementará en toda el área de estudio para el período de estudio (2050-2090), las zonas de mayor impacto se ubicadas en Cotopaxi en las estaciones (M0354, M0344), Tungurahua (M0390, M0029) y la zona de Chimborazo (M0409, M0397) con una duración máxima de 6 meses consecutivos (ver figura 10).

Fig. 10 Cambios de la duración de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

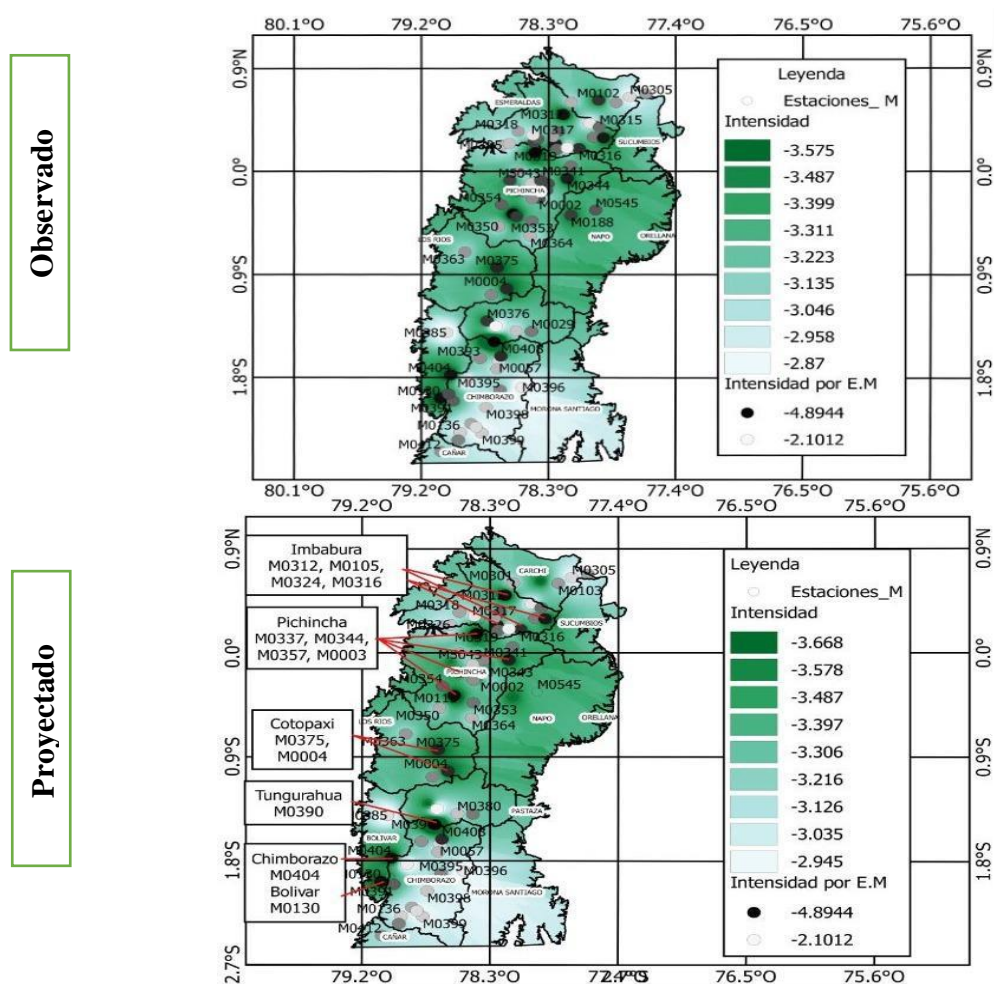
Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Se refleja para las proyecciones de la intensidad de las sequías del área de estudio, siendo las zonas más afectadas: Imbabura en las estaciones (M0312, M0105, M0324, M0316), Pichincha (M0337, M0344, M0357, M0003), Cotopaxi (M0375, M0004), Tungurahua (M0390), Chimborazo (M0404), Bolívar (M0130), (ver figura 11).

Fig. 11 Cambios de la intensidad de las sequías meteorológicas para el período observado (1968-2014) y futuro (2050–2090).



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Los hallazgos de esta investigación concuerdan con el estudio de **Crespo et al. (2014)**, donde a futuro dentro de las zonas Andinas el cambio climático producirá alteraciones en la precipitación, con períodos de sequías cada vez más prolongados y con mayor intensidad.

9.3.Evaluación del impacto ambiental de la variable frecuencia.

Para la provincia de Pichincha se han determinado áreas de afectación considerando la estación M0350-HDA. LA GRANJA DE ALOAG con el mayor rango de influencia directa de 15.16 %, llegando afectar al ecosistema páramo en 51.8 km², área protegida de la reserva ecológica los Ilinizas de 58.91 km², zonas de vida: bosque húmedo de 2.62 km² y bosque seco de 311.53 km². También, se identificó 14.709 habitantes vulnerables a frecuencia mayores 15% de la sequía, correspondiente a las parroquias Machachi, Aloag, Aloasi, El Chaupi como se muestra en la Tabla 11 y el mapa de superposición se encuentra en la figura 12.

Tabla 11 *Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Frecuencia proyectada)*

Provincia de Pichincha(Frecuencia Proyectada)	
Área de afectación del páramo	51.8 km ²
Áreas protegidas	
Reserva ecológica los Ilinizas	58.91 km ²
Zona de vida	
Bosque húmedo	2.62 km ²
Bosque seco	311.53 km ²
Parroquias afectadas	
Machachi (0.1% total hab)	34 hab

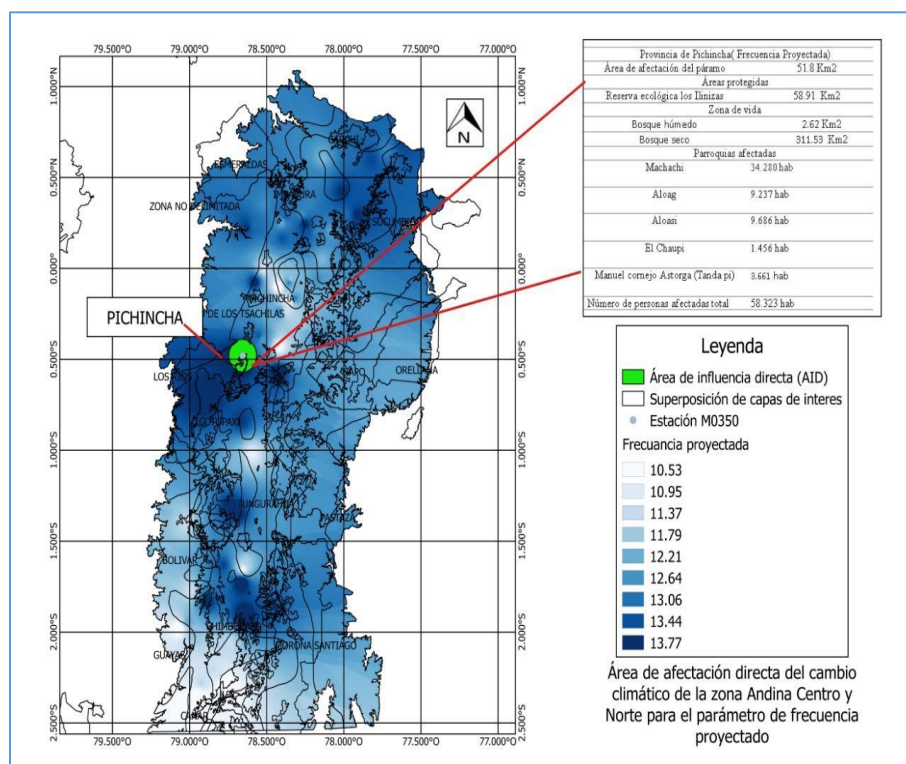
Aloag (80% total hab)	7.389 hab
Aloasi (70% total hab)	6.780 hab
El Chaupi (10% total hab)	145 hab
Manuel cornejo Astorga (Tandapi) (4% total hab)	361 hab
Número de personas afectadas total	14.709 hab

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Mediante el software ArcGIS y QGIS con mapas (shape), se determinó el área de afectación por medio de la superposición de capas: zona de vida, zona de paramo, zona de protección y zona de población cual dentro de su intersección de cálculos de datos se estableció que para la provincia de Pichincha, considerando la estación M0350-HDA. LA GRANJA DE ALOAG se presentará un mayor rango de influencia directa de 13.77 %, llegando afectar al ecosistema páramo en 51.8 km², área protegida de la reserva ecológica los Ilinizas de 58.91 km², zonas de vida: bosque húmedo de 2.62 km² y bosque seco de 311.53 km² (Ver figura 12).

Fig. 12 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Frecuencia proyectada)



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:50.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

9.4.Evaluación del impacto ambiental de la variable duración de sequías.

De igual manera en la provincia de Pichincha se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0334-CANGAHUA, con el mayor rango de influencia directa de 5.12 % en duración, llegando a afectar al ecosistema paramo 73.442 km², área protegida de la reserva ecológica Cayambe Coca de 8.002 km², zonas de vida: bosque seco de 314.155 km², También, se identificó 44.398 habitantes vulnerables al incremento de duración de 4.2 meses de sequía, correspondiente a las parroquias El Quinche , Cayambe

,Cangahua y Tabacundo como se muestra en la Tabla 12 y el mapa de superposición se encuentra en la figura 13.

Tabla 12 *Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Duración proyectada)*

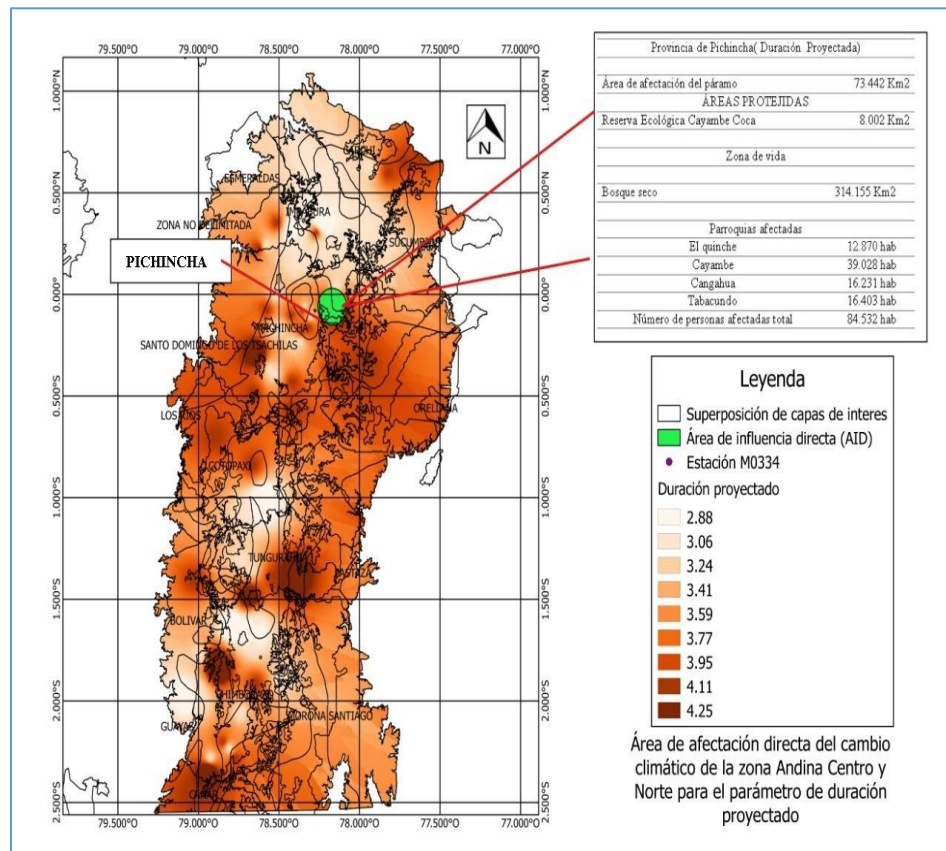
Provincia de Pichincha(Duración Proyectada)	
Área de afectación del páramo	73.442 km ²
Áreas protegidas	
Reserva Ecológica Cayambe Coca	8.002 km ²
Zona de vida	
Bosque seco	314.155 km ²
Parroquias afectadas	
El Quinche (10% total hab)	1.287 hab
Cayambe (10% total hab)	3.902 hab
Cangahua (70% total hab)	11.326 hab
Tabacundo (7% total hab)	16.403 hab
Número de personas afectadas total	44.398 hab

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

De igual manera mediante el software ArcGIS y QGIS con mapas (shape), se determinó el área de afectación por medio de la superposición de capas: zona de vida, zona de paramo, zona de protección y zona de población cual dentro de su intersección de cálculos de datos se estableció que para la provincia de Pichincha, considerando la estaciónM0334-CANGAHUA, con el mayor rango de influencia directa de 4.25 % en duración, llegando afectar al ecosistema paramo 73.442 km², área protegida de la reserva ecológica Cayambe Coca de 8.002 km², zonas de vida: bosque seco de 314.155 km² (ver figura 13).

Fig. 13 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Duración proyectada)



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:1'000.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

9.5.Evaluación del impacto ambiental de la variable intensidad.

De las misma manera en la provincia de Pichincha se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0337-SAN JOSE DE MINAS , con el mayor rango de influencia directa 4.16% de intensidad , llegando afectar al ecosistema paramo 41.795 km², zonas de vida: bosque seco de 316.13 km², También, se identificó 18.887 habitantes

vulnerables al incremento de la intensidad de -3.15 (observado) a-3.31, correspondiente a las parroquias Calacalí, Chavezpamba, Perucho, Puellar, San Antonio, San José de minas y Malchingui como se muestra en la Tabla 13 y el mapa de superposición se encuentra en la figura 14.

Tabla 13 *Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Intensidad proyectada)*

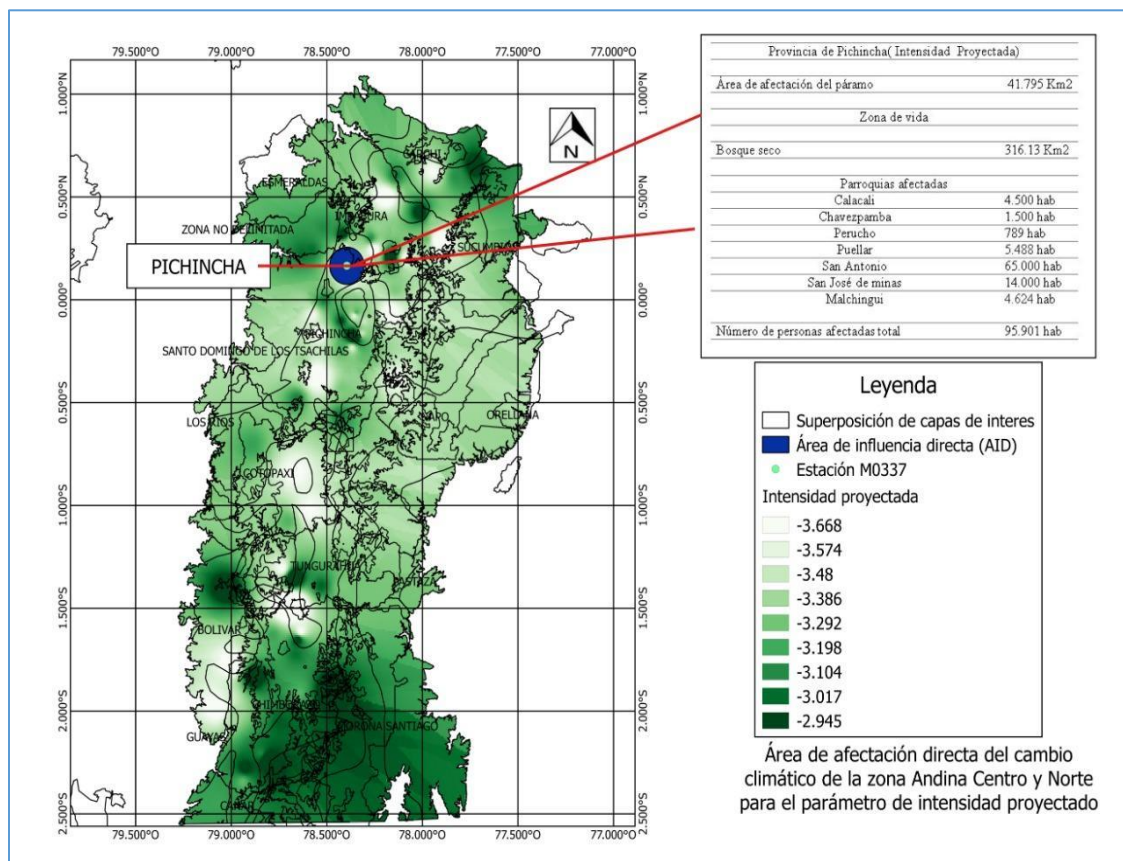
Provincia de Pichincha(Intensidad Proyectada)	
Área de afectación del páramo	41.795km ²
Zona de vida	
Bosque seco	316.13km ²
Parroquias afectadas	
Calacalí (7% total hab)	315 hab
Chavezpamba (100% total hab)	1.500 hab
Perucho (100% total hab)	789 hab
Puellar (40% total hab)	2.190 hab
San Antonio (15% total hab)	9.750 hab
San José de minas (45% total hab)	6.300 hab
Malchingui (0.1% total hab)	4 hab
Número de personas afectadas total	18.887 hab

Fuente:(Sistema Nacional de Información, 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería, 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

De igual manera por medio del software ArcGIS y QGIS con mapas (shape), se determinó el área de afectación por medio de la superposición de capas: zona de vida, zona de paramo, zona de protección y zona de población cual dentro de su intersección de cálculos de datos se estableció que para la provincia de Pichincha, considerando la estación M0337-SAN JOSE DE MINAS, con el mayor rango de influencia directa de -2.94 en intensidad, llegando afectar al ecosistema paramo 41.795 km², zonas de vida: bosque seco de 316.13 km², También, se identificó un incremento de la intensidad de -3.15 a -3.31 al futuro(ver figura 14).

Fig. 14 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Intensidad proyectada)



Fuente: (Sistema Nacional de Información, 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

Escala: 1:1'000.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

9.6. Evaluación del impacto ambiental de la temperatura.

Para la provincia de Chimborazo se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0393-SAN JUAN CHIMBORAZO, con el mayor rango de influencia directa de 21.23°C de temperatura, llegando a afectar al ecosistema páramo 316.13 km² y Bosque muy seco 287.85 km². También, se identificó 23.960 habitantes vulnerables,

correspondiente a las parroquias Chaca, Calpi, San Juan y Lican como se muestra en la Tabla 14 y el mapa de superposición se encuentra en la figura 15. El incremento para estas zonas será de 2.8°C (21.23°C), dicho incremento puede alterar el balance hídrico en los páramos, porque al aumentar la temperatura también los hace la evapotranspiración. Esto disminuiría la cantidad de agua almacenada en los páramos.

Tabla 14 *Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Temperatura proyectada)*

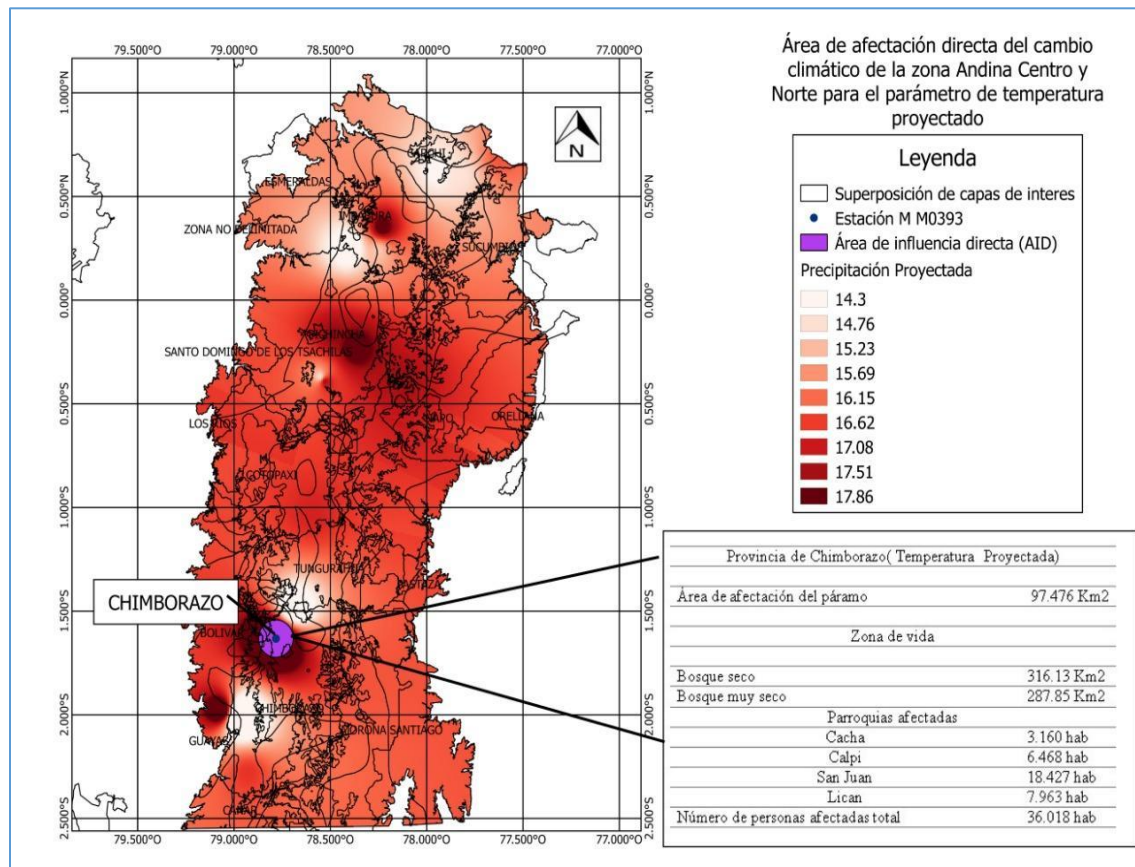
Provincia de Chimborazo(Temperatura Proyectada)	
Área de afectación del páramo	97.476km ²
Zona de vida	
Bosque seco	316.13km ²
Bosque muy seco	287.85 km ²
Parroquias afectadas	
Cacha (10% total hab)	316 hab
Calpi (100% total hab)	6.468 hab
San Juan (50% total hab)	9.213 hab
Lican (100% total hab)	7.963 hab
Número de personas afectadas total	23.960 hab

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Por medio del software ArcGIS y QGIS con mapas (shape), se determinó un incremento positivo en el área de afectación por medio de la superposición de capas: zona de vida, zona de paramo, zona de protección y zona de población cual dentro de su intersección de cálculos de datos se estableció que para la provincia de Chimborazo se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0393-SAN JUAN CHIMBORAZO, con el mayor rango de influencia directa de 17.86°C de temperatura, llegando afectar al ecosistema paramo 316.13 km² y Bosque muy seco 287.85. El incremento para estas zonas será de 2.8°C (17.86°C) (ver figura 15).

Fig. 15 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (temperatura proyectada)



Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de gricultura y Ganadería , 2021).

Escala:1:1'000.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

9.7.Evaluación del impacto ambiental de la precipitación.

Para la provincia de Pichincha se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0354-RUMIPAMBA-PICHINCHA, con el mayor rango de influencia directa positiva de 1079.13mm/año, llegando afectar al ecosistema paramo 29.99 km² y Bosque seco

284.15 km², También, se identificó 4.770 km² habitantes vulnerables, correspondiente a las parroquias Lloa, Aloag, Tandapi, Tambillo y Cutulagua como se muestra en la Tabla 15 y el mapa de superposición se encuentra en la figura 16. El incremento en estas zonas corresponde a 7.97% anual, es decir estas zonas presentarán valores 1079.13mm/año para el período proyectado 2050-2090.

Tabla 15 *Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (precipitación proyectada)*

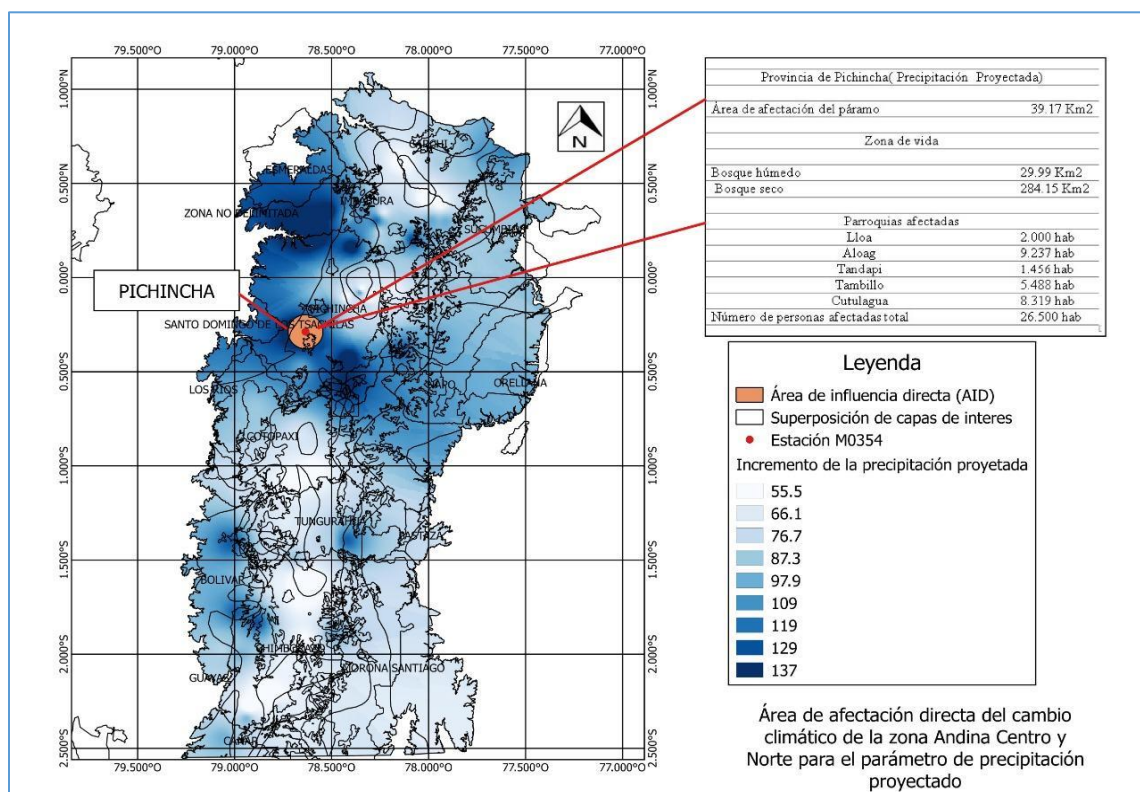
Provincia de Pichincha(Precipitación Proyectada)	
Área de afectación del páramo	39.17km ²
Zona de vida	
Bosque húmedo	29.99km ²
Bosque seco	284.15km ²
Parroquias afectadas	
Lloa(30% total hab)	600 hab
Aloag (30% total hab)	2.771 hab
Tandapi (3 % total hab)	43 hab
Tambillo (2% total hab)	109 hab
Cutulagua (15% total hab)	1.247 hab
Número de personas afectadas total	4.770 hab

Fuente:(Sistema Nacional de Información , 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de agricultura y Ganadería , 2021).

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Por medio del software ArcGIS y QGIS con mapas (shape), se determinó en el área de afectación por medio de la superposición de capas: zona de vida, zona de paramo, zona de protección y zona de población cual dentro de su intersección de cálculos de datos se estableció que para la provincia de Chimborazo se han determinado el área de afectación, considerando la estación M0354-RUMIPAMBA-PICHINCHA, con el mayor rango de influencia directa positiva de 1079.13mm/año, llegando afectar al ecosistema paramo 29.99 km² y Bosque seco 284.15 km² (ver figura 16).

Fig. 16 Determinación de las áreas de influencia directa del impacto climático (Precipitación proyectada)



Fuente: (Sistema Nacional de Información, 2021), (Geoportal, 2021), (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).

Escala: 1:1'000.000

Software: ArcGIS, QGIS

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

10. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

El componente presupuestal del proyecto “**IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERIODO 2020-2021**”, se encuentran detallados el costo de los equipos, programas, así como para el recurso humano, los cuales serán utilizados durante todo su desarrollo, (ver tabla 16).

Tabla 16 *Presupuesto para la elaboración Del proyecto*

Recurso	PRESUPUESTO			
	Cantidad	Descripción	V. Unitario \$	Valor Total \$
Humanos	2	Personas	20.00	40.00
	2	USB/Flash	15.00	30.00
	1	Calculadora	15.00	15.00
	2	Computadoras	300.00	600.00
Equipos				
Programa	1	SPI	1200	1200.00
Base de datos (estaciones)	73	Completación de datos meteorológicos faltantes	730	730.00
Gastos Varios	indefinido	Transporte	40.00	40.00
	5(meses)	Internet	20.00	100.00
Sub Total				2655.00
10%				265.5
TOTAL				2920.5

Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. CONCLUSIONES

- Los resultados proyectados para la temperatura en la zona Andina centro y norte se ha determinado un aumento de 13.35 °C a 16.15 °C en promedio de los 39

modelos para el futuro (2050-2090) con respecto a datos observados (1968-2014), los cuales se presenta en los meses de menor precipitación. De igual manera la precipitación para la región Andina muestra un incremento para el futuro (2050-2090) en un promedio de 7.97%, presentándose en los meses de noviembre a junio y una disminución para los meses de julio a octubre los meses en que se concentra la menor precipitación y la mayor concentración de temperatura. Lo cual refleja mayor evapotranspiración, menor cantidad de agua disponible.

- La frecuencia a futuro se estima que las sequías van a disminuir de 17.9 % a 15.74% es decir que las sequías disminuirán en el futuro en un valor de 101 meses secos a 89 meses secos. Sin embargo, su duración va a ser más prolongada de 3 a 4 meses y más intensos. Estos resultados muestran que la zona que va a sufrir mayor impacto en las sequías será la provincia de Pichincha, con mayor duración e intensidad de sequías. Esto evidencia que a futuro la sequía se presentará en menor número, pero serán más intensas y prolongadas.
- El 6.87 % de la población de Chimborazo considerando la estación de mayor influencia la M0393-SAN JUAN CHIMBORAZO, sufrirán un aumento de la temperatura afectando a una área de paramo de 97.476 Km² y a las zonas de vida: bosque seco de 316.13 Km² y Bosque muy seco 287.85 Km².cual el incremento progresivo de la temperatura aumentara 2.8°C (17.86°C) esto afectara a futuro en la cadena trófica y adaptación tanto de flora y fauna de las zonas paramos , bosque seco y muy húmedo, producto de la emigración y el desarrollo de nuevos nichos ecológicos de tal manera hasta se puede llegar a la extinción de especies.
- El 1.95 % de la población de Pichincha se verá afectada en un rango de 10 km² de influencia directa siendo las estaciones de mayor afectación M0350-HDA. LA GRANJA DE ALOAG, M0334-CANGAHUA M0337-SAN JOSE DE MINAS M0354-RUMIPAMBA-PICHINCHA donde los zonas de mayor afectación tenemos en la reserva ecológica Ilinizas y Cayambe Coca con una extensión 58.91 km², 314.155 km², para las variables intensidad, duración y frecuencia, cual a futuro llegaran a alterar el balance hídrico en los páramos, consecuentemente temperatura aumentara proporcionalmente con la evapotranspiración esto

significa que a futuro existirá una disminución de la cantidad de agua almacenada en los páramos.

- Los problemas del cambio climático como el déficit hídrico para el futuro deberían ser considerados en los diferentes planes de adaptación/mitigación/capacitación para hacer frente al cambio climático futuro.

11.2.RECOMENDACIONES

- Trabajar con mayor cantidad de datos en lo que se respecta a las variables de temperatura y precipitación y para periodos más prolongados para obtener resultados más fidedignos y sólidos, ya que con mayor información se podrá tener más conciencia sobre lo que está pasando en la actualidad sobre el cambio climático y su afectación hacia la sociedad y al ambiente, dando paso a que las autoridades encargadas de gestionar en lo que respecta en materia ambiental puedan tomar acciones y medidas.
- Es importante seguir actualizando la base de datos con la finalidad de poder establecer investigaciones futuras sobre el cambio climático y cómo esto va afectando al entorno, para así dar soluciones que nos ayuden a generar conciencia y toma de decisiones.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, L., Poveda, G. (2010). *Diversidad Florística del Ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático*. 2007, 14 p.
http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda-2010_Diversidad-Florística-del-PNP_docx.pdf
- Aguirre, N., Weber, M. (2007). *Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la región sur Ecuatoriana*. Revista Universitaria, Universidad Nacional de Loja, 2007, 1-17.
- Armenta, G. E., & Sofiea, C. (2019). *Análisis De Las Amenazas Climáticas Futuras En Las Cuencas Hidrográficas: Santiago, Mayo, Puyango Y Catamayo*. Axioma, 1(21), 5–21. <https://doi.org/10.26621/xv21.2019.12.a01.pucesi.2550.6684>
- Asanza, J. C., Barahona, J. A. (2015). *Impacto de la cobertura vegetal y las actividades antrópicas sobre la formación del suelo en una microcuenca de páramo en la cuenca alta del río Yanuncay-Quebrada Cuevas*. 138.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21930/1/tesis.pdf>
- Becker, B. 2006. *Los pastizales y producción forrajera en la Sierra del Ecuador*. Estadísticas Universidad Central del Ecuador. Quito. 125 pp.
- Beck, E. 2008. *Cold tolerance in tropical alpine plants*. *Tropical Alpine Environments, plant form and functions*. Cambridge University Press. P. 77

- Beltrán, K., León-Yáñez, S., & Velástegui, A. (2009). *Sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador*.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., & Cisneros, F. (2003). *Hidrología del Páramo Andino: Propiedades, Importancia y Vulnerabilidad*. Soil and Water, 1–26.
<https://www.researchgate.net/publication/228459137>
- Cabos, W., & Aguilar, E. (2014). *Plataforma de Información de cambio climático y biodiversidad para el fomento de políticas públicas de conservación y adaptación en la región de los Andes Tropicales*. Ciifen, 67.
- Calviño-Cancela, M., Rubido-Bará, M., & van Etten, E. J. (2012). *Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? Forest Ecology and CONDESAN. 2013. Mejoramiento de la productividad y sostenibilidad*
- Célleri, R., & Cisneros, F. (2000). *HIDROLOGÍA DEL PÁRAMO ANDINO: PROPIEDADES, IMPORTANCIA Y VULNERABILIDAD*.
<https://www.researchgate.net/publication/228459137>
- Centro Cambio Global UC. (2018). *Variabilidad Climática*. Bogota, D.C., 28.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>
- Crespo, P., Célleri, R., Buytaert, W., Ochoa, B., Cárdenas, I., Iñiguez, V., Borja, P., De Bièvre, B. (2014). Impactos del cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos. *Avances En Investigación Para La Conservación de Los Páramos Andinos, CONDESAN*, 287–304.
<https://www.researchgate.net/publication/264416399>

- Cornish, E., 2004, *Futuring: La exploración del futuro*, World Future Society, Maryland, U. S. A.
- De Bievre, B., Cisneros, Buytaert, W., Célleri, R. (2003). *Hidrología del Páramo Andino: Propiedades, Importancia y Vulnerabilidad*. Soil and Water, 1–26.
- Del, H., Andino, P., & Importancia, Y. (n.d.). Resumen. Mayo 2014.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Pla, L., Vílchez, S., & Di Rienzo, M. (2010). *Qeco-Quantitative ecology software: A collaborative approach*. Latin American Journal of Conservation, 1(1), 73-75
- Elisa Vargas Amelin. (2015). (Homologado por el Ministerio de Educación y Ciencia).
- Franja, D. 1993. *Programa índice de diversidad (divers.exe) y medidas de similitud (simil.exe)*. Available: <http://www.perso.wanadoo.es/Jp-L/descargas.html>.
[Consulted: January 24, 2015]
- Fernández E., A., Zavala H., J., Romero C., R., Conde A., A. C., Trejo V., R. I., Calderón B., O., Mata C., M. A., Bautista D., Á. V., Castelán H., C. I., Flores E., M. A., & Herrera M., D. R. (2015). *Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio. Centro de Ciencias de La Atmósfera, UNAM, 22. <http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas/>
- Ferrer, J. 2001. *La noción de la biodiversidad en los ecosistemas pascícolas españoles*. Universidad Agraria de Zaragoza. España. 35 pp

García, H., Corzo, G., Isaacs, P. & Etter, A. (2014). *Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia; insumos para su gestión, capítulo 8*. En: Pizano, C. García, H. (Eds.). *El bosque seco tropical en Colombia*. Pp: 228- 251. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación

Geoportal. (1 de 03 de 2021). CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO. Obtenido de CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO: <http://www.geoportalignm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/registro/>

Hammen, Thomas van der. Cleef, A. M. (2008). *La Gestión Ambiental De Los Ecosistemas*.

Hassan, A., Pittock, S. J., & Ahlskog, J. E. (2011). *Steroid-responsive post-traumatic dystonia: A video case report*. *Parkinsonism and Related Disorders*, 17(2), 130–132. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.10.009>

Herzog, S. K., Jørgensen, P. M., Martínez Güingla, R., Martius, C., Anderson, E. P., Hole, D. G., Larsen, T. H., Marengo, J. A., Ruiz Carrascal, D., & Tiessen, H. (2010). *Efectos del cambio climático en la biodiversidad de los Andes tropicales: el estado del conocimiento científico Resumen para tomadores de decisiones y responsables de la formulación de políticas públicas*. 32.

Hemiptera: Heteroptera: *Veliidae* from Colombia, with a key to Colombian *Paravelia* species. *Zootaxa*, 3693(4), 491-502.

Ilbay-Yupa, M., Lavado-Casimiro, W., Rau, P., Zubieta, R., & Castellón, F. (2021). *Updating regionalization of precipitation in Ecuador*. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03476-x>

INEC. (n.d.). *Población y Demografía* | Retrieved February 14, 2021, from

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

IPCC. (2000). Artículo : *Escenarios climáticos*. - Portal de Medio Ambiente.

Proyección Del Cambio Climático y Sus Impactos.

<http://movil.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=8b5e5f3de597d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=ba67e1598047d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es>

[421ca6108a0c/?vgnextoid=8b5e5f3de597d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=ba67e1598047d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es](http://movil.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=8b5e5f3de597d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=ba67e1598047d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es)

[=es](http://movil.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnextoid=8b5e5f3de597d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchannel=ba67e1598047d210VgnVCM10000097030a0aRCRD&i18n.http.lang=es)

=es

Kansri B., Filippo G., y B. J. (2018). *Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del*

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado

en detalles. Cuarto Informe de Evaluación, 77. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)

[report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)

KANDLIKAR, Milind; SAGAR, Ambuj. *Climate change research and analysis in*

India: an integrated assessment of a South–North divide. Global Environmental

Change, v. 9, n. 2, p.119–138, 1999.

Lloyd-Hughes and Saunders. (2002). *Analysis of hydrological drought trends in the*

GAP region (southeastern Turkey) by Mann-Kendall test and innovative sen

method. Applied Ecology and Environmental Research, 17(2), 3325–3342.

https://doi.org/10.15666/aeer/1702_33253342

Made, N., 2002, *Educación superior, medio ambiente y reingeniería académica*, Tomo

II, Editora Aguiar, S.A., Santo Domingo.

MILLER, Clark. *Climate science and the making of a global political order*. In:

JASANOFF, Sheila (Ed.) States of knowledge: the co-production of science and social order. London: Routledge, 2004. p. 46-66

Geoportal. (1 de 03 de 2021). CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO. Obtenido de CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA BÁSICA DEL IGM DE LIBRE ACCESO: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/registro/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería . (10 de 03 de 2021). CATALOGO DE DATOS DE SIGTIERRAS-MAGAP. Obtenido de CATALOGO DE DATOS DE SIGTIERRAS-MAGAP: <http://metadatos.sigtierras.gob.ec:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>

Sistema Nacional de Información . (1 de 11 de 2021). Sistema Nacional de Información . Obtenido de Sistema Nacional de Información : <https://sni.gob.ec/coberturas>

Mitsch W. J. Gosselink J.G. 2000. *Wetlands. Tercera Edición*. John Wiley and Son. New York, NY. USA

Moreno E., Guerrero A., Gutiérrez M., Ortiz C. Palma D. 2002. *Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono*. Madera y Bosques. 8: 115-128

Mena, P. (2009). *El estado de salud de los páramos en el Ecuador: alternativas interesantes y pronósticos complicados*. Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas En El Ecuador, 23–41.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAE) & Parques Nacionales Naturales de Ecuador. (2019).

- Monasterio, M. 2013. *Caracterización ecológica del clima en el Páramo*. Edit. Ayala. Quito- Ecuador
- Moss et al., 2010. (2010). *Atlas de Glaciares y Aguas Andinos: El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos*. En Ediciones UNESCO.
- Nieto, C., & Estrella, J. (2011). *La agrodiversidad en los ecosistemas de Páramo: una primera aproximación a su inventario y a su situación actual*. In Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado.
<http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56325.pdf>
- OROZCO, W. B. M. (2019). *Crisis ambiental. In Tiempos de Crisis sistémica*.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvpv50bh.8>
- Orama, V., 2008, ¿Qué es el futurismo? *The International School of Coaching (TISOC)*, disponible en <http://www.tisoc21sl.com/el-rincon-del-coach/quees-el-futurismo.php>, [Accesado: el 03 de julio de 2007].
- Ortega, M. (2009). Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414044017>. Revista Habanera de Ciencias Médicas., 8.
- Pacheco, J., Parra, N., & Avilés, A. (2017). *Análisis de la sequía en la cuenca del Paute mediante el índice de precipitación estandarizado (SPI)*. Memorias Universidad Del Azuay, XVI (May), 41–49.
- Palomeque, X., Günter, S., Siddons, D., Hildebrandt, P., Stimm, B., Aguirre, N., Weber, M. (2017). *Natural or assisted succession as approach of forest recovery on*

- abandoned lands with different land use history in the Andes of Southern Ecuador.*
New Forests. Management, 270, 153-162.
- Pourrut, Pierre. (1986). *Algunas consideraciones acerca de los fenómenos climáticos extremos observados en el Ecuador.*
- Padilla-Gil, D. N. (2013b). Two new species of *Paravelia* Breddin, 1898
- Pedclift, M. & Woodgate, G., 2002, *Sociología del medio ambiente: Una perspectiva internacional*, España: Editorial McGraw-Hill/interamericana de España, S.A.U.
- Rojas, E., 2006, Educación Ambiental en el Siglo XXI, disponible en www.lunazul.ucaldas.edu.co, [Accesado: el 28 de octubre de 2008].
- Robert M. 1996. Le sol: interface dans l'environnement. Ressource pour le développement. Dunod/Masson. París 240 pp sistemas de producción mixtos: *cultivos de ganadería, en la ecoregión andina del Ecuador.* Proyecto PROMSA. Available: Ecu 005/2000. [www.condesan.org/memoria/ ECU0500.PDF](http://www.condesan.org/memoria/ECU0500.PDF) /2006. [Consulted: April 16, 2015]
- Rodríguez, A. (2012). *Evaluación de las simulaciones de precipitación y temperatura de los modelos climáticos globales del proyecto CMIP5 con el clima presente en Colombia.* Ideam-Meteo, 34. <http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/nuevaweb/Niveles/Definiciones.pdf>
- Salinas, J. A., Colorado, G., Montero Martínez, M. J., Maya Magaña, M. E., Gonzáles Robles, M. (2014). *Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de Cambio Climático aplicados a México para fortalecer las capacidades nacionales.* Informe Final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 169.

Segovia Inga, K. S. (2016). *Precipitación Estimada Y Sequía Meteorológica Futura En La Cuenca Río Grande Mediante El Modelo De Circulación Global Mri*. 100.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2489>

Sevink, J. (2020). Cambio climático.

Tovar, O. 1988. *Manual de identificación de pastos naturales de los Andes del Sur peruano (gramíneas)*. Proyecto Alpacas COTESU/IC. Lima-Perú. p. 15

UTC. (n.d.). *Historia*. Retrieved February 14, 2021, from

<http://www.utc.edu.ec/UTC/La-Universidad/Historia>

Velasco, I., Ochoa, L., Gutiérrez, C. (2016). *Sequía, un problema de perspectiva y gestión*. *Región y Sociedad*, 17(34). <https://doi.org/10.22198/rys.2005.34.a615>

Velásquez, E. B. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. In *Journal of Materials Processing Technology* (Vol. 1, Issue 1).

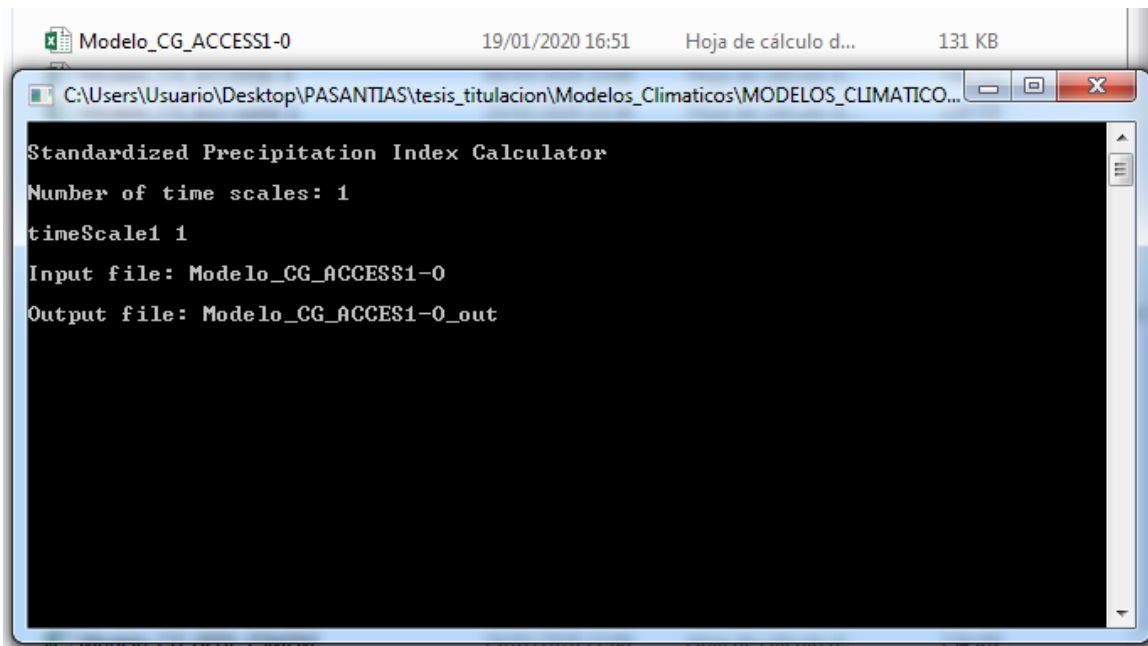
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055>

<https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024>

<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252>

[Ahttp://dx.doi.o](http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252)

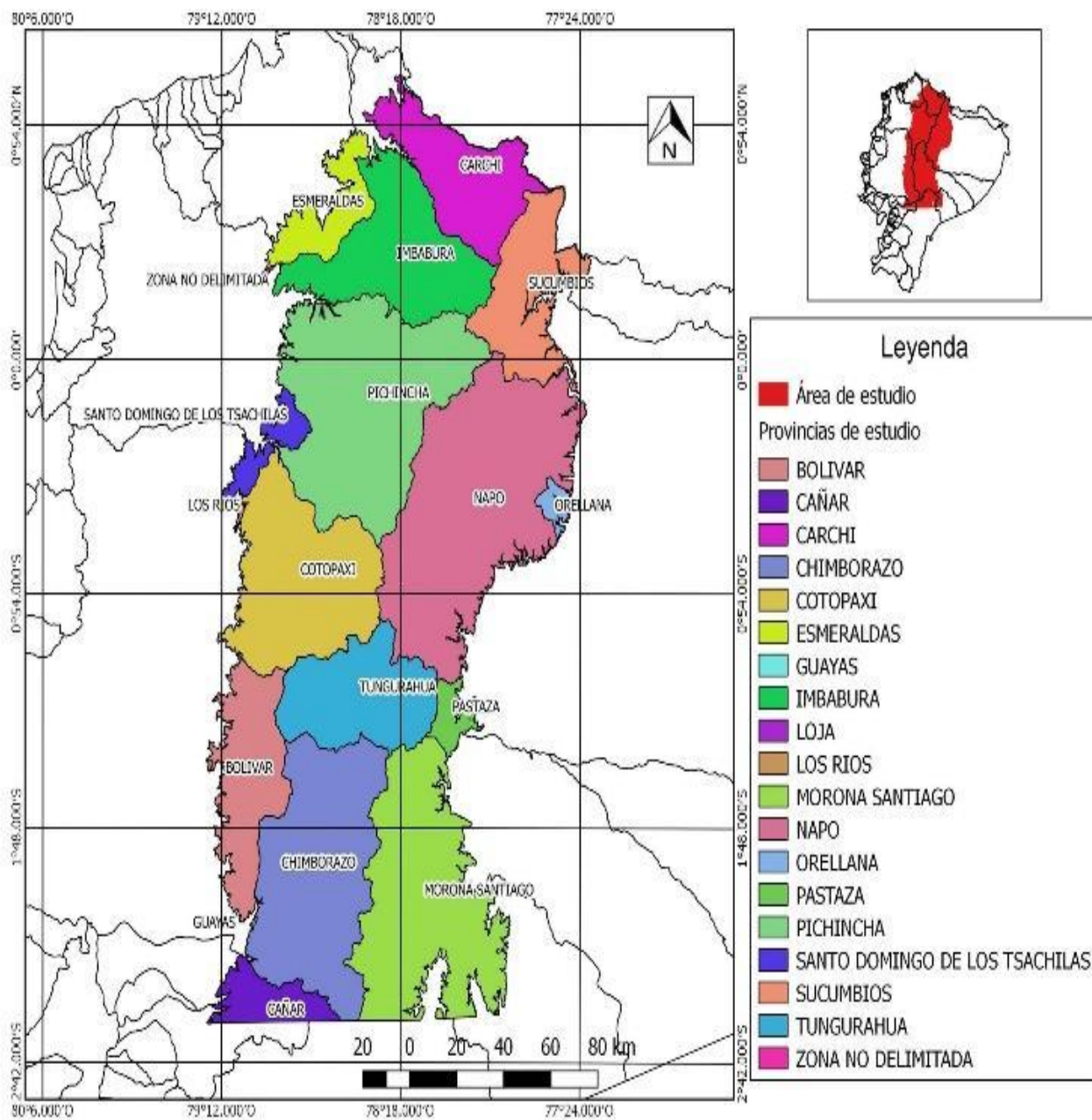
Zanzano, A. (2019). *Los Factores de Formación del Suelo*. 27, 5. www.edafologia.org

Fig. 18 Programa SPI

```
Modelo_CG_ACCESS1-0      19/01/2020 16:51      Hoja de cálculo d...      131 KB
C:\Users\Usuario\Desktop\PASANTIAS\tesis_titulacion\Modelos_Climaticos\MODELOS_CLIMATICO...
Standardized Precipitation Index Calculator
Number of time scales: 1
timeScale1 1
Input file: Modelo_CG_ACCESS1-0
Output file: Modelo_CG_ACCESS1-0_out
```

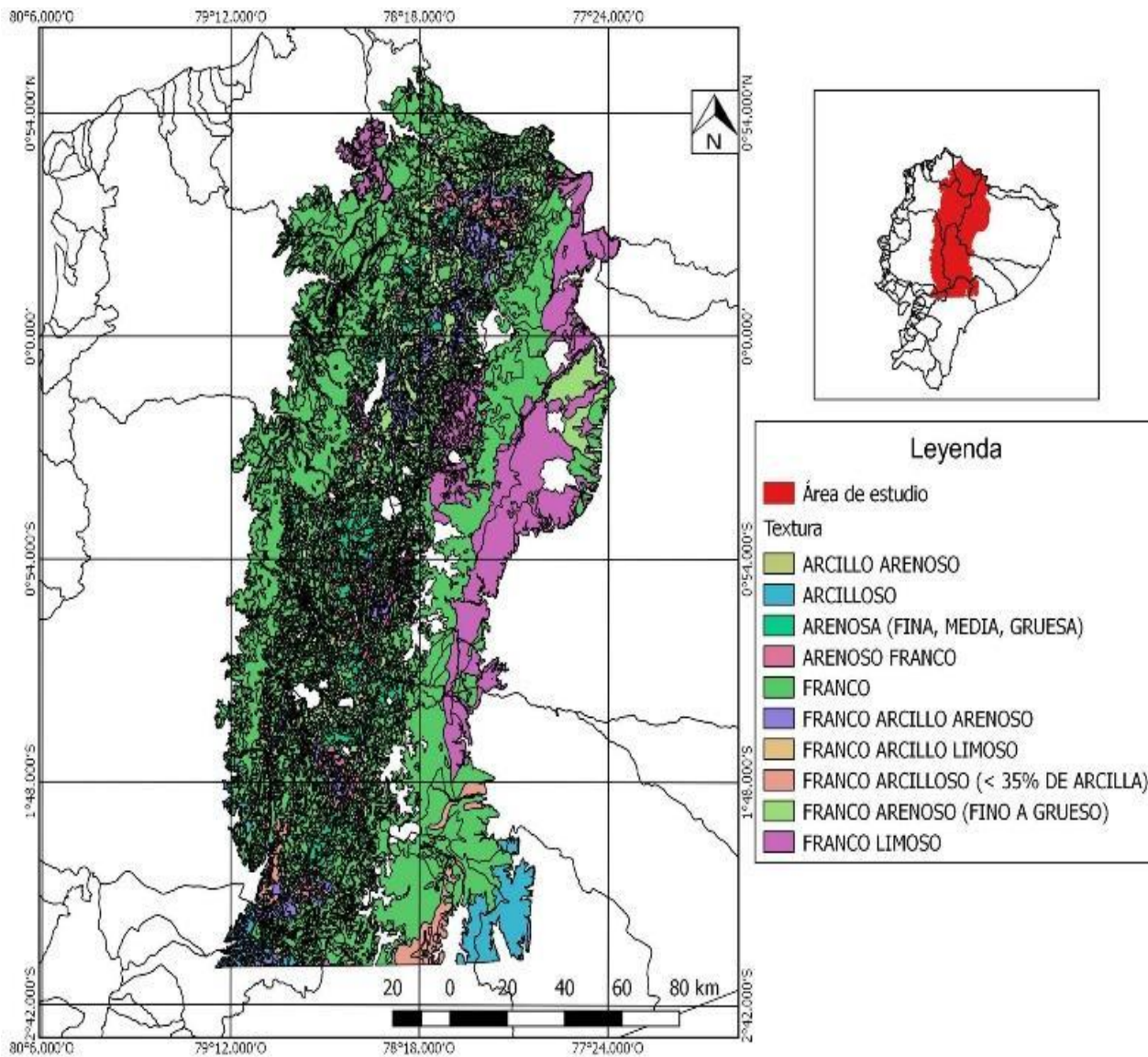
Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Fig. 19 Provincias centro-norte de zona Andina del Ecuador



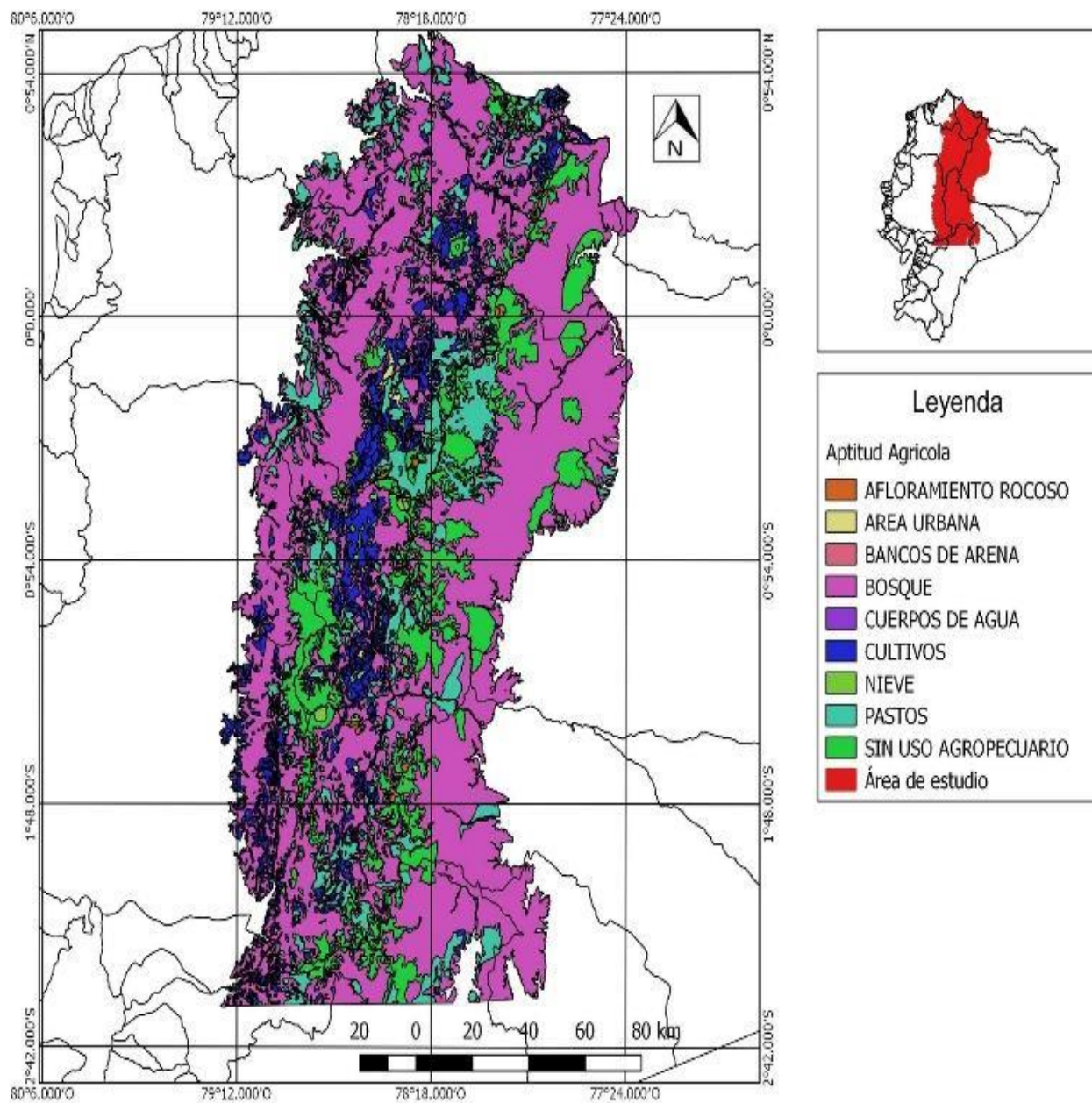
Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Fig. 20 *Textura del suelo centro-norte de zona Andina del Ecuador*



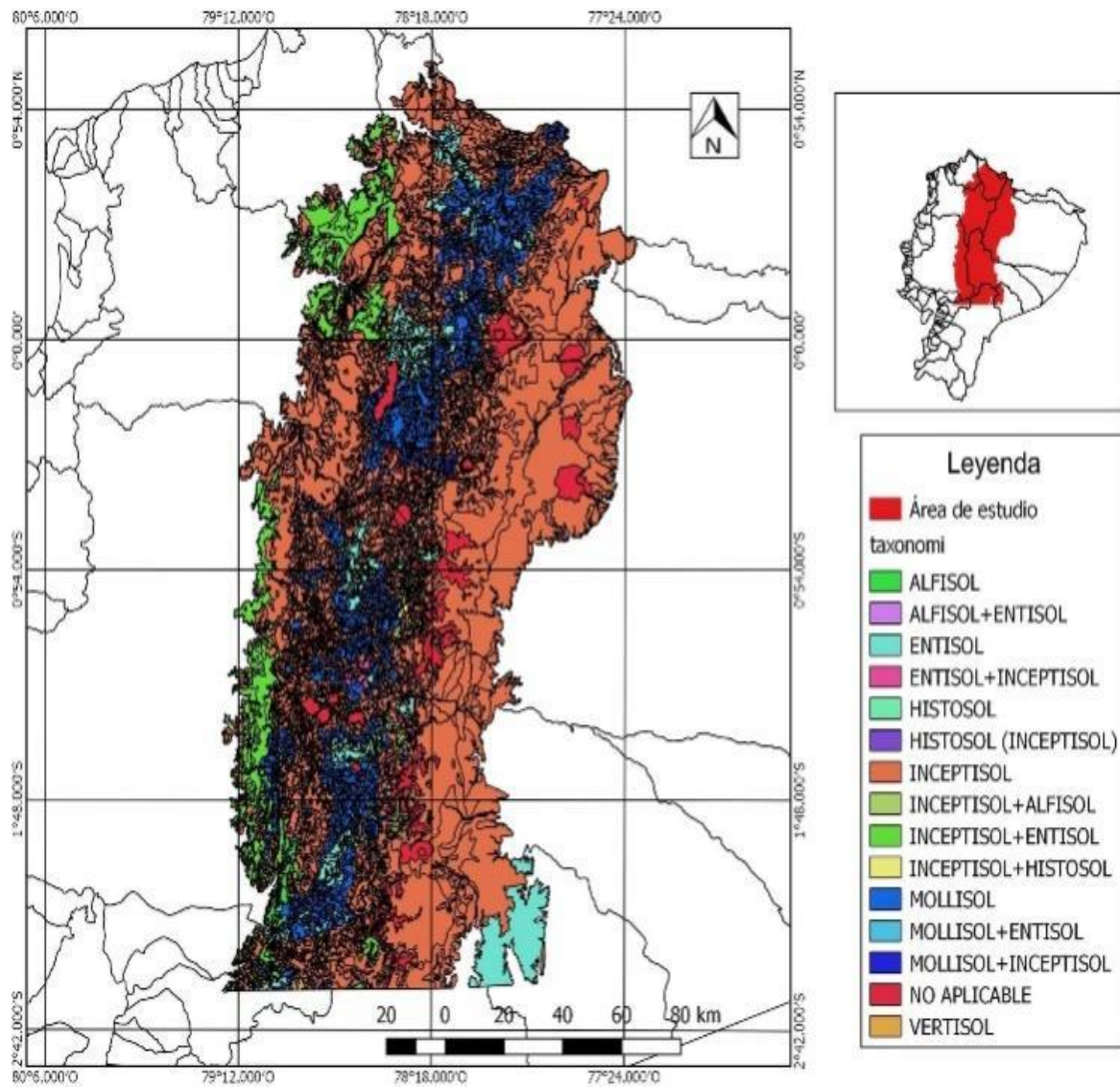
Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Fig. 21 *Aptitud Agrícola*



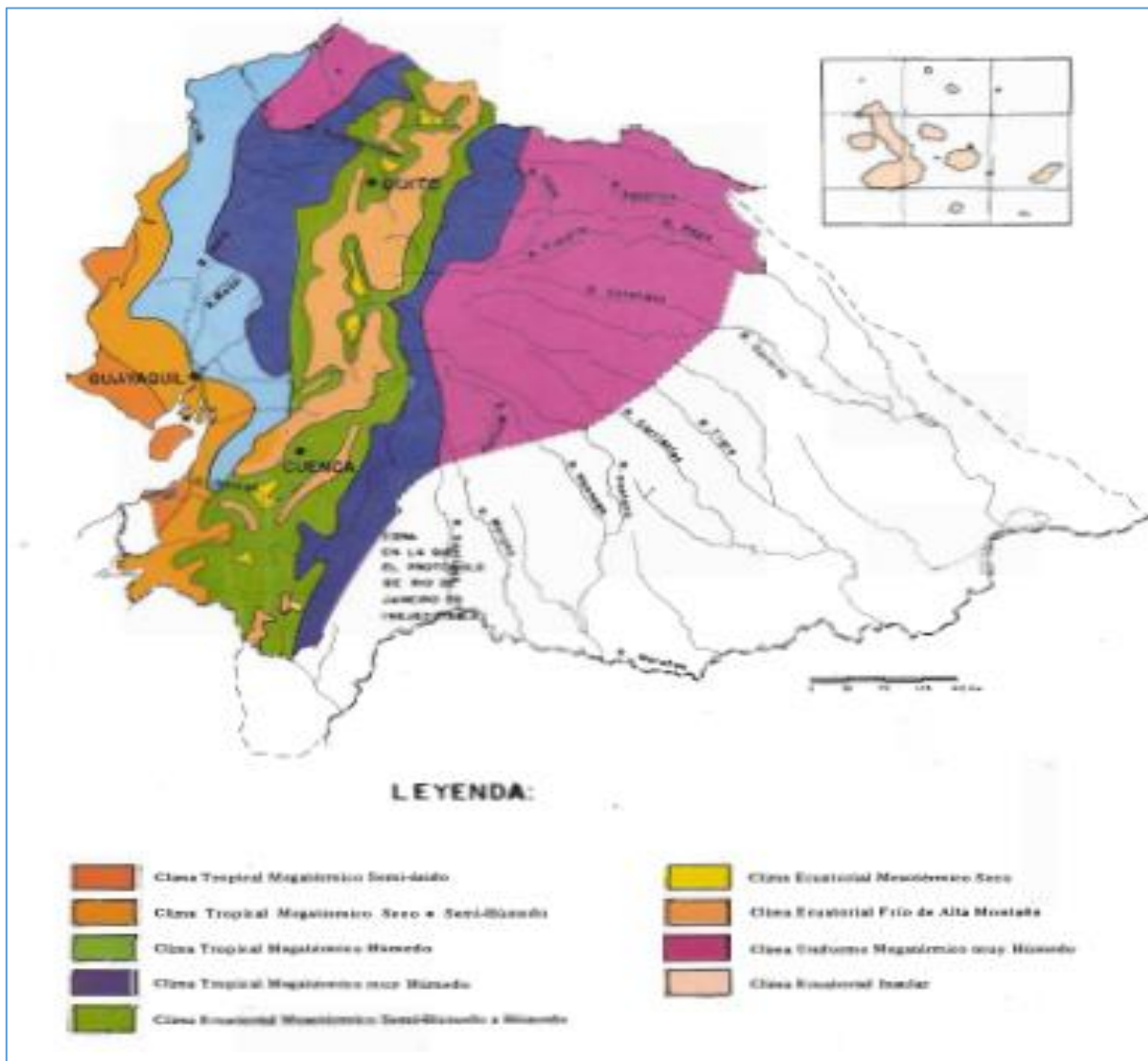
Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Fig. 22 Taxonomía del suelo del centro-norte de zona Andina del Ecuador



Elaborado por: David Soria, Diego Anatoa, 2021

Fig. 23 Distribución climática del centro-norte de zona Andina del Ecuador



Fuente(Dr. Plutarco Naranjo., 1983)

Fig. 24 Aval del Centro de Idiomas



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE de la FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, SORIA CHANGO EDWIN DAVID y ANATOA ESPÍN DIEGO ANDRÉS cuyo título versa "IMPACTO CLIMÁTICO DE LOS PÁRAMOS DEL ECUADOR EN EL PERÍODO 2020-2021", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Ha todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y asunción a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimen conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

MSc. Diana Karina Taípe Vergara
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1720080934

1803627035 Firmado
digitalmente por
1803627035
VICTOR
HUGO
ROMERO
GARCIA
ROMERO GARCIA
Firma 2021-03-02
11:53:01 -05'00'

HOJA DEVIDA**1. DATOS PERSONALES**

Apellidos: ILBAYYUPA	CI: 0604147900
Nombres: MERCY LUCILA	RUC: 0604147900001
Fecha de nacimiento: 30 de octubre del 1983	Lugar: Archidona
Lugar de trabajo: Latacunga	Cargo: Docente- Investigadora
Dirección domiciliaria: Hermanas Páez	Ciudad: Latacunga
E-mail: merckyu@hotmail.com	Celular: 0987533861

2. FORMACIÓN ACADÉMICA

Nº	Títulos de Pregrado	Universidad	País
1	Ingeniera Agrónoma	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
2	Magister en Riego y Drenaje	Universidad Agraria del Ecuador	Ecuador
3	PH.D en Recursos Hídricos	Universidad Nacional Agraria La Molina	Perú

3. EXPERIENCIA**3.1 Profesional**

Nº	Empresa-Institución	Posición	Mes-año	Mes-año
1	MAGAP-Dirección de Riego_Zonal 2	Analista de Tecnificación de Riego	10/2016	05/2017
2	SENAGUA-Dirección de riego y drenaje_Quito	Analista de Estudios y Proyectos de Riego y Drenaje	3/2015	08/2015
3	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo	Técnica especialista de Suelo y Riego	04/2011	12/2013
4	INIAP/Programa Nacional de Fruticultura_Ambato	Técnica	03/2010	02/2011

3.2 Docente

Nº	Cursos - Materias	Institución	Mes-año	Mes-año
1	- Riego y drenaje - Hidráulica - Hidrología - Manejo Integrado de Recursos Hídricos	Universidad Técnica de Cotopaxi	06/2017	Actualidad
2	- Riego y Drenaje - Diseño de sistemas de Riego - Fruticultura	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	03/2014	02/2015

3.3 Consultoría en general

Nº	Nombre del proyecto	Institución	Año
1	Estudio técnico de la calidad de agua y uso potencial agrícola de la quebrada Tiliche, barrio Planchaloma La Merced	Junta de agua de riego Tiliche	2017
2	“Estudio Hidrológico de la cuenca alta del río Guayas, para el sistema de riego del directorio de aguas de la comunidad la Moya - parroquia Guasuntos- cantón Alausí, Chimborazo”	GAD de Chimborazo	2017
3	Estudio Hidrológico del Sistema de Riego Chambo Guano	Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo-Guano-Chimborazo	2012
4	Economía agraria con la capacitación especializada en análisis de rentabilidad agropecuaria	H. Gobierno Provincial de Tungurahua	2012
5	Facilitador en Agropecuaria Orgánica: Programa “Soy Emprendedor”	GAD de Chimborazo	2012

4. CURSOS Y SEMINARIOS RECIBIDOS

Nº	Nombre	Institución	País	Año
1	Cálculo y evaluación de la huella hídrica como herramienta para la sostenibilidad territorial y	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura	Costa Rica	2019

	la adaptación al cambio climático			
2	Enfoques de la Escuela Nacional de Irrigación Parcelaria	MAG- Cooperación Española	Ecuador	2019
3	Formación en educación a Universitaria a Distancia	Universidad Politécnica de Madrid	Madrid-Ecuador	2019
4	I Congreso Binacional Ecuador-Perú “Agropecuaria, Medio Ambiente y Turismo”	Universidad Nacional Agraria La Molina- UTC	Ecuador	2019
5	Aprendamos a Educar 2	Universidad Técnica de Cotopaxi	Ecuador	2019
6	Jornada de capacitación Pedagógica CAREN 18-19	Universidad Técnica de Cotopaxi	Ecuador	2019
7	Docencia Universitaria: Planificación y Evaluación Educativa	Universidad Técnica de Ambato	Ecuador	2018
8	Aprendamos a Educar 1	Universidad Técnica de Cotopaxi	Ecuador	2018
9	Jornada de capacitación Técnica CAREN 18-19	Universidad Técnica de Ambato	Ecuador	2018
10	Actualización de conocimientos CAREN18-18	Universidad Técnica de Cotopaxi	Ecuador	2018
11	La importancia de la irrigación productiva para la agricultura familiar campesina	MAGAP-AECID-IFAD-FAO-BANCO MUNDIAL	Ecuador	2017
12	Regionalización Hidrológica basado en los L-MOMENTOS	Universidad Nacional Agraria La Molina	Perú	2017
13	Planificación Estratégica en Sistemas de Abastecimiento	AECID-Embajada de España en Bolivia	Bolivia	2017
14	Como publicar un artículo exitoso en revistas internacionales	Universidad Nacional Agraria La Molina – WILEY	Perú	2017
15	Gestión Participativa en Cuencas Hidrográficas	Ministerio del Ambiente- JICA- PANAMA	Panamá	2016
16	Diseño y Sistemas de Riego Por Aspersión Con GESTAR V. 2014	Universidad Nacional Agraria La Molina	Perú	2016

17	Ordenamiento Territorial Ante el Cambio Climático	Universidad Nacional Agraria La Molina	Perú	2015
18	Variabilidad Climática y sus Impactos en la Hidrología	Universidad Nacional Agraria La Molina	Perú	2015
19	Introducción a La Meteorología y a la Climatología Con Énfasis en la Agro meteorología	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador	2014
20	Sistemas de Información Geográfica	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador	2014
21	Evaluación de la calidad de los suelos	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador	2014

4.1 Ponente en Congresos

Nº	Congresos (ÁREAS)	ENTIDADES	DE MES-AÑO	A MES-AÑO
1	1st International Workshop on the Environment and Climate Change: Towards a Resilient Future For Exosystems (ICEC 2019)	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	11/2019	11/2019
2	III Convención Científica Internacional UTM 2019	Universidad Técnica de Manabí	10/2019	10/2019
3	VI Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	11/2018	11/2018
4	Congreso: Ecosistemas Acuáticos Tropicales en el Antropoceno-ACUATROP	Universidad San Francisco de Quito, la Universidad de las Américas, la Red Macrolatinos, SocietyforFreshwater Science, la Asociación Ecuatoriana de Limnología, y la Sociedad de Odonatología Latinoamericana	07/2018	07/2018
5	Curso-Taller de “Estadística para Recursos Naturales”	Universidad Técnica de Cotopaxi	04/18	05/2018
6	I Congreso Internacional de Investigación Científica	Universidad Técnica de Cotopaxi	12/207	12/207
7	V Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de	10/2017	10/2017

		Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado		
8	I Convención Científica Internacional UTM 2019	Universidad Técnica de Manabí	10/2017	10/2017
9	I Congreso Internacional de Agricultura Sustentable	UTC-Coordinación de Educación Continua	05/2017	05/2017
10	IV Congreso REDU	La Red Ecuatoriana de Universidades y Escuelas Politécnicas para Investigación y postgrado	12/2016	12/2016
11	XV Reunión Binacional Uruguay Argentina de Agrometeorología	Asociación Argentina de Agrometeorología	08/2014	08/2014

5. PUBLICATIONES

No.	TITULO	EDITORIAL	AÑO PUBLICACIÓN
1	Regionalization of precipitation, its aggressiveness and concentration in the Guayas river basin, Ecuador	La Granja: Revista de ciencia de la vida	2019
2	Comparación de Métodos de Interpolación para la Estimación de Temperatura del Reservorio CEASA	Revista Bases de la Ciencia	2018
3	Estimación de datos faltantes de precipitación en la subcuenca del río Patate	Revista Bases de la Ciencia	2017
4	Efectos del riego deficitario en el rendimiento y eficiencia hídrica del cultivo de papa (<i>Solanumtuberosum</i>)	CIDE	2017

6. IDIOMAS

No.	IDIOMA	HABLADO %	ESCRITO %	COMPRENSIÓN %
1	INGLÉS	60	70	70

2	PORTUGUÉS	30	40	50
---	-----------	----	----	----

7. INFORMACIÓN ADICIONAL QUE CONSIDERE UTIL

Abanderad de la provincia-ITES Riobamba
Segunda mejor egresada del año 2010-Agronomía-Facultad de Recursos Naturales-ESPOCH
Becada de la ESPOCH para estudios de tercer nivel
Becada de la OEA para estudios de Doctorado

HOJA DE VIDA



1. DATOS PERSONALES

Apellidos: Anatoa Espín	Nacionalidad: Ecuatoriano
Nombres: Diego Andrés	Cedula de identidad: 1724180086
Dirección: Av. Maldonado psj la balvina	Edad: 25
Teléfono: 0998886903	Correo electrónico: diehkandres@gmail.com

2. ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:	JimIrwin	Quito-Ecuador
SECUNDARIA:	Instituto Nacional Mejía	Quito-Ecuador

SUPERIOR:	Universidad Técnica de Cotopaxi Ingeniería en Medio Ambiente	Latacunga-Ecuador
------------------	---	--------------------------

3. CURSOS REALIZADOS

LUGAR	CERTIFICADO	DURACIÓN Horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	Curso Introducción al Cambio Climático	12 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	El Cambio Climático y la pandemia del COVID-19	30 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	I Jornadas de Difusión Ambiental	40 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	II Jornadas de Difusión Ambiental	40 horas

4. PASANTÍAS REALIZADAS

Lugar	Certificado	Duración
Universidad Técnica de Cotopaxi	Prácticas Pre Profesionales en la Universidad Técnica de Cotopaxi	480 horas



5. DATOS PERSONALES

Apellidos: Soria Chango	Nacionalidad: Ecuatoriano
Nombres: Edwin David	Cedula de identidad: 1725925208
Dirección: Barrio Patoa de Quevedo San Isidro (Pujilí)	Edad: 25
Teléfono: 0979389722	Correo electrónico: dauidorsia333@gmail.com

6. ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:	Escuela Anexa Pujilí	Pujili-Ecuador
SECUNDARIA:	Colegio Provincia de Cotopaxi	Pujilí-Ecuador
SUPERIOR:	Universidad Técnica de Cotopaxi Ingeniería en Medio Ambiente	Latacunga-Ecuador

7. CURSOS REALIZADOS

LUGAR	CERTIFICADO	DURACIÓN Horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	Curso Introducción al Cambio Climático	12 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	Las ciudades y el cambio climático	2 horas
Geomática/Perú	Conferencia Teledetección y Procesamiento de Imágenes Satelitales con R	25 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	El Cambio Climático y la pandemia del COVID-19	30 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	I Jornadas de Difusión Ambiental	40 horas
Geomática/Perú	Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2015	40 horas
Geomática/Perú	Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo ISO 14001:2018	4 horas
Universidad Técnica de Cotopaxi	II Jornadas de Difusión Ambiental	40 horas
Latacunga	conferencia Manejo SUT	2 horas

Provincial Cotopaxi	LEGISLACIÓN AMBIENTAL Y AUDITORÍAS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA	40 horas
----------------------------	---	-----------------

Provincial Cotopaxi	Curso Manejo del Sistema Único de Información Ambiental	40 horas
Provincial Cotopaxi	Manejo de la plataforma del Sistema Único de Información Ambiental	40 horas
Provincial Cotopaxi	Gestión ambiental	155
Provincial Cotopaxi	Monitoreo Ambiental	40

8. PASANTÍAS REALIZADAS

Lugar	Certificado	Duración
Universidad Técnica de Cotopaxi	Prácticas Pre Profesionales en la Universidad Técnica de Cotopaxi	480 horas